



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Fisiologia e manejo de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, causador da
mancha alvo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)**

MERCIA IKARUGI BOMFIM CELOTO

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP

Março de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Fisiologia e manejo de *Corynespora cassicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, causador da mancha alvo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

MERCIA IKARUGI BOMFIM CELOTO

Engenheira Agrônoma M.Sc.

Orientador: Prof^a Dr^a Marli de Fátima Stradioto Papa

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP

Março de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

C393f Celoto, Mercia Ikarugi Bomfim.
Fisiologia e manejo de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M. A. Curtis) C. T. Wei, causador da mancha alva na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D. C.)
Mercia Ikarugi Bomfim Celoto. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.
131 f. : il., fots. color.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2009

Orientador: Marli de Fátima Stradioto Papa
Inclui bibliografia

1. Fitossanidade. 2. Acerola. 3. *Corynespora cassiicola*. 4. Indutores de resistência. 5. Fungicidas. 6. Poda.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Fisiologia e manejo de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T.Wei, causador da mancha alvo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

AUTORA: MERCIA IKARUGI BOMFIM CELOTO

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARLI DE FATIMA STRADIOTO PAPA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARLI DE FATIMA STRADIOTO PAPA

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. LUIZ DE SOUZA CORREA

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. APARECIDA CONCEIÇÃO BOLIANI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. CESAR JUNIOR BUENO

Centro Experimental Central / APTA - Instituto Biológico

Profa. Dra. MARISE CAGNIN MARTINS PARISI

Laboratório de Fitopatologia / APTA - Instituto Biológico

Data da realização: 04 de março de 2009.

À DEUS, fonte de vida e amor, pela oportunidade de mais uma conquista.

AGRADEÇO

Ao meu esposo FERNANDO, pelo amor, carinho e cumplicidade em todos os momentos.

Ao meu filho amado, FERNANDO, pelo carinho e compreensão nos momentos de ausência.

DEDICO

Aos meus pais JOSÉ e KAZUE, pelo amor e confiança depositada em mim.

Aos meus irmãos MÁRCIO, MÁRCIA e MAÉRCIO, pelo companheirismo e incentivo.

Aos meus cunhados VILSON e JANAINA, meus queridos sobrinhos KAIO, MELLISSA e DIEGO, meu tio TAKUJI e minha avó SHIGEKO, presentes em todos os momentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Marli de Fátima Stradioto Papa, minha orientadora, pela oportunidade, orientação, amizade e carinho com que me acolheu e me guiou nos primeiros passos na pesquisa fitopatológica.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela concessão de recursos financeiros para realização dos experimentos.

Ao meu esposo Fernando Celoto, pelo incentivo e auxílio na realização de mais uma conquista.

Aos colegas de pós-graduação, pelo convívio e amizade

Ao Prof. Dr. Luiz de Souza Corrêa, pela amizade, ensinamentos e orientação.

Ao Sr. Osvaldo Dias, Presidente da Associação Agrícola de Junqueirópolis/SP, pela amizade e oportunidade da realização desse trabalho.

Aos produtores de acerola em Junqueirópolis, Sr. Francisco Adriano e Sr. Júlio Kazuaki Kozama, por cederem as áreas para a realização dos ensaios de campo.

Ao Eng. Agr. Edson Takanori Kawano, da Casa da Agricultura de Junqueirópolis/SP, pela amizade, confiança e auxílio.

Ao Prof. Dr. João Antônio Andrade, pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

À Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria Cassiolato e à Prof^ª. Dr^ª. Adriana Zanin Kronka, pela amizade, ensinamentos, críticas e sugestões à tese.

À Comissão Examinadora, Prof. Dr. Luiz de Souza Corrêa, Prof^ª. Dr^ª. Aparecida Conceição Boliani, Dr. César Júnior Bueno e Dr^ª. Marise Cagnin Martins Parisi, pelas críticas e sugestões à tese.

Aos amigos Mário Sérgio, Rafael Fadel, Juliana Santos, Wagner Vicente e Willian Takao, pela amizade, companheirismo e preciosa ajuda na realização do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia e do Laboratório de Entomologia II, pela amizade e companheirismo durante estes anos de pesquisa.

À amiga e técnica de laboratório Vera Lúcia Andrade, obrigada pelo carinho, atenção e presença quando o desânimo e as dificuldades do cotidiano se fizeram presentes.

Aos funcionários José Antonio Augustini, Cristiane Souza, Domingos Carneiro, Angela Kato, Aparecida Cardoso, Circélia Caetano, Juarez dos Santos, João Paixão, Delcir Sambugari, Judite Gebara, Onilda Akasaki, Adelaide Passipiéri e Marcia Chaves, pela convivência, amizade, atenção e auxílio durante estes anos.

Ao Bibliotecário João Josué Barbosa pela revisão das referências, e aos demais funcionários da Biblioteca Central, pela orientação e amizade.

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

‘Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível,
em breve estará fazendo o impossível’

(São Francisco de Assis)

Fisiologia e manejo de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, causador da mancha alvo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

Resumo

Na região de Junqueirópolis, SP, a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola, causando intensa desfolha. Devido a falta de estudos sobre esse patossistema e as dificuldades para a adequação de produtos químicos para uso nesta cultura, os objetivos do presente trabalho foram: 1 – elaborar e validar uma escala diagramática para quantificação da mancha alvo; 2 – avaliar o efeito *in vitro* da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de *C. cassiicola* e a influência da temperatura e da duração do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola, mantidas em condições de câmara de crescimento; 3 – avaliar o efeito *in vitro* e *in vivo* das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa sobre *C. cassiicola*; 4 – avaliar o efeito *in vitro* de produtos químicos sobre *C. cassiicola* e no controle da mancha alvo da acerola no campo; 5 – determinar o efeito da poda no controle da mancha alvo e na produção da acerola. A escala diagramática proposta proporcionou bons níveis de acurácia e precisão, mostrando-se adequada para as avaliações da severidade da mancha alvo. As temperaturas ótimas estimadas para o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola* foram de 26,1 e 27,8°C, respectivamente. Para que a infecção ocorra é necessário pelo menos 12h de molhamento foliar. O estabelecimento da mancha alvo ocorre na faixa de 20 a 30°C. As caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa presentes na superfície das folhas de acerola e *in vitro* inviabilizaram os esporos de *C. cassiicola*. Assim, o uso das caldas, na cultura da acerola, pode contribuir na redução de fontes de inóculo do patógeno. Tebuconazole, carbendazim, epoxiconazole + piraclostrobina, DDAC, Nutriphite P + K e Ecolife[®] apresentaram efeito fungitóxico sobre *C. cassiicola in vitro*. No campo, apenas carbendazim proporcionou menor incidência e severidade da mancha alvo, controlando a doença satisfatoriamente. Constatou-se que a poda aumentou a quantidade de flores, principalmente em ramos horizontais, e reduziu o volume de copa. A maior produtividade foi obtida no tratamento com poda central da planta e dos ramos horizontais. A poda diminuiu a intensidade de desfolha. Não houve diferença na incidência da mancha alvo entre os sistemas de poda avaliados.

Palavras-chave: Manejo integrado de doenças, escala diagramática, doença de planta, crescimento micelial, germinação de esporos, produto químico

**Fisiology and management of *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei,
cause of the target spot in barbados cherry (*Malpighia emarginata* D.C.)**

Abstract

In Junqueirópolis, SP, the target spot (*Corynespora cassiicola*), main leaf disease occurred in barbados cherry, causing intense defoliate. Because few studies about this pathosystem and difficulties for adaptation of chemical products in barbados cherry, the objectives of the work were: 1 – elaborate and validate a diagrammatic scale to quantification of target spot; 2 – effect *in vitro* of temperature on mycelial growth and spores germination of *C. cassiicola* and the influence of temperature and the duration of leaf wetness in the development of target spot on seedling of barbados cherry in growing chamber; 3 – effect *in vitro* and *in vivo* of line sulfhur, bordeaux mixture and ‘calda Viçosa’ on *C. cassiicola*; 4 – effect *in vitro* of chemical products on *C. cassiicola* and in the control of target spot of barbados cherry in field condition; 5 – effect of pruning in the control of target spot and production of barbados cherry. The scale provided good levels of accuracy and precision proved to be adequate for severity assessments of target spot of barbados cherry. The estimated maximum temperatures for mycelia growth and for spores germination of *C. cassiicola* were 26,1°C and 27,8°C, respectively. The presence of free water on the surface of barbados cherry leaves was necessary for the development of target spot, being necessary at least 12h of leaf wetness to infection happened. In the development of lesions of target spot in barbados cherry seedlings, occurs in the range 20 to 30°C. Line sulfhur, Bordeaux mixture and ‘calda Viçosa’ in surface of leaves barbados cherry and *in vitro* unviability the spores of *C. cassiicola*. For the reasons, the use of the syrups, in the culture of the acerola, it can contribute in the reduction of sources of inoculum of the pathogen. Tebuconazol, carbendazin, epoxiconazol + piraclostrobin, DDAC, Nutriphite P + K and Ecolife® provided fungitoxic effect on *C. cassiicola in vitro*. In field cabendazin provided lower incidence and severity of target spot, showed satisfactory control of disease. Treatment with pruning of centric of plant and of horizontal branches obtained the largest productivity. The pruning reduced the intensity of defoliates. Differences were not observed in incidence of target spot, among the treatments.

Key words: Integrated management of diseases, diagrammatic scale, plant disease, mycelia growth, spores germination, chemical product

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
Referências.....	19
2. ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA MANCHA ALVO EM FOLHAS DE ACEROLA.....	22
Resumo.....	22
Abstract.....	23
2.1. Introdução.....	24
2.2. Revisão bibliográfica.....	25
2.2.1. Fitopatometria.....	25
2.2.2. Escala diagramática para avaliação de doenças.....	26
2.3. Material e Métodos.....	27
2.3.1. Elaboração da escala diagramática.....	27
2.3.2. Validação da escala diagramática.....	27
2.3.3. Análise dos dados.....	27
2.4. Resultados e Discussão.....	29
2.4.1. Escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola.....	29
2.4.2. Validação da escala diagramática.....	30
2.5. Conclusões.....	34
Referências.....	35
3. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE <i>Corynespora cassiicola</i> E A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO DA MANCHA ALVO EM FOLHAS DE ACEROLA.....	37
Resumo.....	37
Abstract.....	38
3.1. Introdução.....	39
3.2. Revisão bibliográfica.....	40
3.2.1. Ambiente e doenças.....	40
3.3. Material e Métodos.....	43
3.3.1. Efeito <i>in vitro</i> da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de <i>Corynespora cassiicola</i>	43
3.3.2. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola.....	44

3.4. Resultados e Discussão.....	47
3.4.1. Efeito <i>in vitro</i> da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de <i>Corynespora cassicola</i>	47
3.4.2. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola.....	48
3.5. Conclusões.....	51
Referências	52
4. EFEITO <i>IN VITRO</i> E <i>IN VIVO</i> DE CALDAS SOBRE <i>Corynespora cassicola</i>	54
Resumo.....	54
Abstract.....	55
4.1. Introdução.....	56
4.2. Revisão bibliográfica.....	57
4.2.1. Calda Sulfocálcica.....	57
4.2.2. Calda Bordalesa.....	57
4.2.3. Calda Viçosa.....	59
4.3. Material e Métodos.....	60
4.3.1. Preparo das caldas.....	60
4.3.2. Viabilidade de esporos de <i>Corynespora cassicola</i> de lesões em folhas de acerola tratadas com caldas.....	61
4.3.3. Efeito <i>in vitro</i> das caldas no crescimento micelial e na germinação de esporos de <i>Corynespora cassicola</i>	62
4.4. Resultados e Discussão.....	64
4.4.1. Viabilidade de esporos de <i>Corynespora cassicola</i> de lesões em folhas de acerola tratadas com caldas.....	64
4.4.2. Efeito <i>in vitro</i> das caldas no crescimento micelial e na germinação de esporos de <i>Corynespora cassicola</i>	64
4.5. Conclusões.....	66
Referências.....	67
5. EFEITO <i>IN VITRO</i> DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE <i>Corynespora cassicola</i> E NO CONTROLE DA MANCHA ALVO DA ACEROLA NO CAMPO.....	69
Resumo.....	69
Abstract.....	70
5.1. Introdução.....	71

5.2. Revisão bibliográfica.....	72
5.2.1. Epidemiologia.....	72
5.2.2. Indução de resistência no controle de fitopatógenos.....	73
5.2.3. Indutores abióticos de resistência na proteção vegetal.....	75
5.2.4. Fungicidas na proteção vegetal.....	77
5.3. Material e Métodos.....	80
5.3.1. Efeito <i>in vitro</i> de produtos químicos sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de <i>Corynespora cassiicola</i>	80
5.3.2. Concentração efetiva de produtos químicos para inibição de 50% do crescimento micelial e dose letal de produtos químicos para inibição de 50% da germinação de esporos de <i>Corynespora cassiicola in vitro</i>	81
5.3.3. Controle químico da mancha alvo da acerola no campo.....	82
5.4. Resultados e Discussão.....	85
5.4.1. Efeito <i>in vitro</i> de produtos químicos sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de <i>Corynespora cassiicola</i>	85
5.4.2. Concentração efetiva de produtos químicos para inibição de 50% do crescimento micelial e dose letal de produtos químicos para inibição de 50% da germinação de esporos de <i>Corynespora cassiicola in vitro</i>	86
5.4.3. Controle químico da mancha alvo da acerola no campo.....	94
5.5. Conclusões	96
Referências.....	97
6. EFEITO DA PODA NO COLTROLE DA MANCHA ALVO E NA PRODUÇÃO DE ACEROLA.....	104
Resumo.....	104
Abstract.....	105
6.1. Introdução.....	106
6.2. Revisão bibliográfica.....	108
6.2.1. Importância da poda em fruteiras.....	108
6.2.2. Podas na cultura da acerola.....	109
6.2.3. Poda no controle de doenças.....	110
6.3. Material e Métodos.....	111
6.3.1. Caracterização da área experimental.....	111
6.3.2. Tratamentos.....	111

6.3.3. Delineamento experimental.....	114
6.3.4. Técnicas culturais.....	115
6.4. Resultados e Discussão.....	116
6.4.1. Brotação e florescimento.....	116
6.4.2. Produção e volume da copa.....	117
6.4.3. Intensidade de desfolha.....	121
6.4.4. Incidência da mancha alvo.....	123
6.5. Conclusões.....	126
Referências.....	127
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130

1. INTRODUÇÃO

A acerola ou cereja-das-antilhas (Figura 1) pertence à família Malpigiaceae, gênero *Malpighia*, e é conhecida mundialmente pelo alto conteúdo em ácido ascórbico (vitamina C) nos frutos (BARBOZA et al., 1996). Esta família possui cerca de 63 gêneros, com mais de 850 espécies distribuídas principalmente pelas regiões tropicais e subtropicais. O gênero *Malpighia* é formado por cerca de 30 espécies, e recebeu esta denominação em homenagem ao botânico italiano Marcello Malpighi (OLIVEIRA et al., 2003).

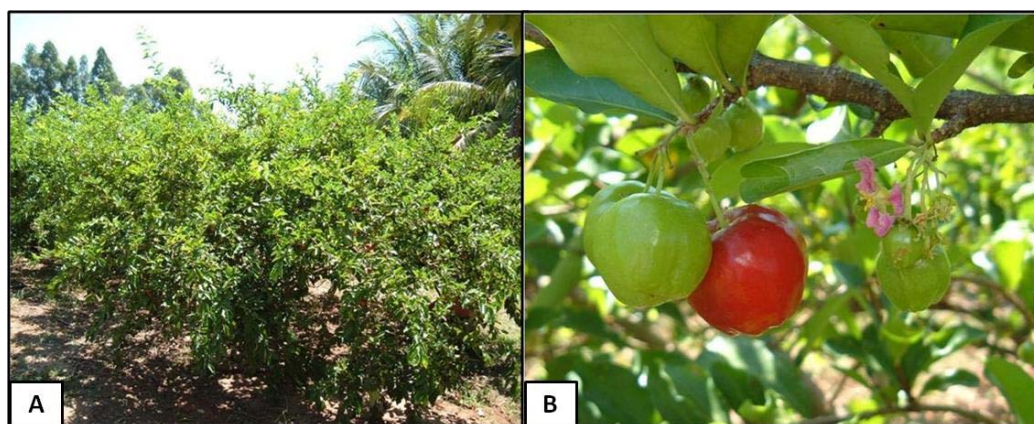


Figura 1. Cultura da acerola cv. Olivier (A) e flores e frutos em diferentes estádios (B). Junqueirópolis, SP. 2007.

A classificação botânica da acerola ainda é bastante discutida. *Malpighia glabra* L., *Malpighia puniceifolia* L. e *Malpighia emarginata* D.C. são comumente utilizados para designar a acerola. Entretanto, estudos do Herbário de Linnaeus e de outras fontes demonstraram que *M. glabra* e *M. puniceifolia* referem-se à mesma espécie, a qual produz frutos pequenos, insípidos e sem muito suco, distintos da acerola que é cultivada (OLIVEIRA et al., 2003). Conforme Asenjo (1980), a acerola corresponde à espécie *M. emarginata*, o que é confirmado pelo Comitê Internacional de Recursos Genéticos de Plantas, que a partir de 1986 adotou essa denominação de espécie (IBPGR, 1986).

De acordo com Houaiss & Villar (2004), a palavra acerola refere-se a algumas plantas do gênero *Malpighia*, da família das Malpighiáceas, nativas da América Tropical ao arbusto originário das Antilhas, amplamente cultivadas por seus frutos ricos em vitamina C e também, ao fruto dessa planta.

A acerola é encontrada vegetando naturalmente na região banhada pelo Mar das Antilhas, Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México, sendo incerto o local exato de seu surgimento. Os nativos foram disseminando as sementes em suas viagens, o que resultou no surgimento de milhares de plantas em diversas ilhas do Mar do Caribe. No século dezenove, os espanhóis levaram-na de Cuba, a qual foi introduzida na Flórida (MANICA et al., 2003).

No Brasil há evidências da cultura em pequenos pomares desde a primeira metade do século dezenove na cidade do Rio de Janeiro (SOARES FILHO & OLIVEIRA, 2003). No Estado de São Paulo, a acerola existe em pomares domésticos desde 1920, não tendo despertado nenhum interesse comercial durante muitos anos (MANICA et al., 2003). Em 1950, em Porto Rico, com a descoberta do teor de vitamina C na acerola, o cultivo dessa frutífera teve crescimento na região. Segundo Asenjo & Moscoso (1950), do Instituto de Bioquímica da Universidade de Porto Rico, em 100 g de suco de cereja-das-antilhas pode-se obter 4000 mg de vitamina C, cerca de 80 vezes mais que o encontrado em frutas cítricas.

Além de excelente fonte de vitamina C, a acerola apresenta-se como fonte razoável de pró-vitamina A, contém vitaminas do grupo B como tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6) e niacina e apresenta em sua composição os minerais ferro, cálcio, fósforo e sódio (FOLEGATTI & MATSUURA, 2003).

Em abril de 1958, a acerola foi introduzida no Nordeste do Brasil, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela professora Maria Celene Cardoso de Almeida, via sementes oriundas de Porto Rico (SOARES FILHO & OLIVEIRA, 2003). No ano de 1984, a Universidade Federal Rural de Pernambuco iniciou uma campanha em todo o Brasil, a qual divulgava o valor da acerola na alimentação humana pelos seus elevados teores de vitamina C, estimulando o seu plantio (MANICA et al., 2003).

No final da década de 80, houve um crescimento expressivo e ao mesmo tempo desordenado dos plantios de acerola no país, atraídos pela possibilidade de ganhos elevados a curto prazo, devido à demanda do produto pelos mercados externo e interno. Porém, muitos produtores sofreram grandes prejuízos, devido à falta de planejamento, pela dificuldade de escoamento da produção associada à carência de infra-estrutura adequada ao processamento e conservação pós-colheita dos frutos, altamente perecíveis (SOARES FILHO & OLIVEIRA, 2003).

No período de 1988 a 1992, o cultivo da acerola no Brasil intensificou-se rapidamente, principalmente pela adaptação da planta ao clima tropical e subtropical, com uma grande

produção de frutos de excelente qualidade e elevado teor de vitamina C, garantindo uma intensa demanda no mercado internacional (MANICA et al., 2003).

A área de cultivo da acerola no Brasil é de mais de 11 mil hectares, com uma produção de aproximadamente 33.000 toneladas, distribuindo-se em regiões distintas. Destacando a região Nordeste, que contribui com 66% na produção de acerola, principalmente os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia. O estado de São Paulo é o terceiro maior produtor no país, representando cerca de 11% da produção nacional (CARDOSO et al., 2003).

O município de Junqueirópolis é o maior produtor de acerola do estado de São Paulo, localizado na região da Nova Alta Paulista, ao extremo-oeste do Estado. Este município é responsável por 65% da produção total do Estado. Devido à crise do café na região, em meados dos anos 80, um grupo de pequenos produtores fundou a Associação Agrícola de Junqueirópolis. O plantio da acerola iniciou, neste município, no ano de 1991. Foram selecionadas plantas com características desejáveis e produzidas mudas por estaquia, garantindo as características genéticas da planta-mãe, denominada Olivier, selecionada na cultura do agricultor Moacyr Olivier. A Associação estruturou a cadeia de produção, fornecendo suporte técnico ao pequeno produtor, influenciando na expansão da cultura da acerola em Junqueirópolis, cuja expectativa do município é produzir 3800 toneladas na safra 2008/2009 (SIQUEIRA, 2008).

A cultivar Olivier, que apresenta moderada resistência a *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, atende às características exigidas pelos principais mercados. Os frutos são grandes, média de 29,7 mm de diâmetro e 24,2 mm de altura, com peso médio de 10,4 g, teor de ácido ascórbico de 2178,8 mg/100 g de polpa em frutos verdes e 1567,2 mg/100 g de polpa em frutos maduros, sólidos solúveis totais de 9,92 °Brix e coloração vermelho intensa quando maduros (KANNO et al., 2000), que quando é submetido a moagem produz um suco de cor agradável ao consumidor.

O cultivo da acerola é uma atividade relativamente recente no Brasil, no qual ainda prevalecem características de alta variabilidade nos pomares, em função da maioria dos plantios terem sido originados a partir de mudas produzidas por sementes (CORDEIRO & RITZINGER, 2003). Porém, em função da diversidade de ambientes de cultivo da acerola no Brasil, o número de doenças já relatadas nessa frutífera é maior do que em outros países (PAPA, 2005). Contudo, ainda são escassas informações detalhadas sobre as doenças e dificilmente podemos definir quais problemas demandam a utilização de medidas de controle (CORDEIRO & RITZINGER, 2003).

Em 2001, no município de Junqueirópolis, constatou-se a ocorrência da doença foliar denominada mancha alvo (Figura 2), causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A.

Curtis) C.T. Wei (KONRAD, 2002). A doença vem ocorrendo na cultura e causando grandes prejuízos para os produtores. No Brasil foi relatada pela primeira vez, em 1996, no estado do Maranhão (SILVA et al., 1997). Apenas as folhas são afetadas, inicialmente observam-se pequenos pontos necróticos, posteriormente os pontos evoluem para manchas necróticas irregulares, com bordos marrons-escuro, centro claro e halo amarelo, provocando queda precoce das folhas (PAPA, 2005). Segundo Cordeiro & Ritzinger (2003), essa doença poderá se tornar um sério problema para a cultura da acerola, haja vista a intensidade de ataque apresentada no período chuvoso.



Figura 2. Sintomas da mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, em folhas de acerola cv. Olivier. Junqueirópolis, SP. 2007.

O fungo *C. cassiicola* (Figura 3) pertence à classe de fungos imperfeitos, apresenta frutificação sem formação de estroma, conidióforos simples, eretos, não ramificados, com coloração parda escura, contendo de quatro a quinze septos, com células basais intumescidas (DUARTE et al., 1978). Os conídios são solitários em condições naturais, formam-se na extremidade do conidióforo e podem apresentar formas variadas (LEROY & LOURD, 1989), com coloração marrom-clara a hialina (PERNEZNY & SIMONE, 1999).

Segundo Lopes & Santos (1994), *C. cassiicola* apresenta ampla distribuição geográfica nos trópicos e tem sido relatado em um grande número de plantas hospedeiras. São mencionadas como hospedeiras deste fungo: cacaueteiro, mamoeiro, soja, tomateiro, plantas ornamentais, como poinsettia e hortênsia, plantas daninhas, como trapoeraba (PAPA, 2005) e assa-peixe e as hortaliças, abóbora, maxixe, pimentão, quiabo e vinagreira (CUTRIM & SILVA, 2003).

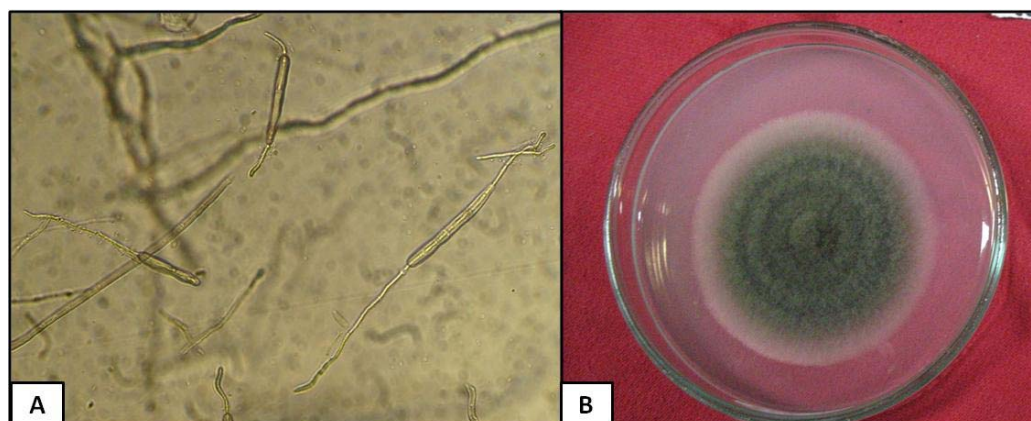


Figura 3. Conídios (A) e colônia (B) de *Corynespora cassiicola* em meio de cultura batata-dextrose-ágar. Ilha Solteira, SP. 2008.

Na acerola, o período entre a floração e a frutificação é relativamente curto, aproximadamente 21 dias e a queda de folhas causada pela incidência de doenças pode causar má formação dos frutos, sendo necessário o controle. A desuniformidade na floração da acerola dificulta a adoção do controle químico. Pode-se encontrar flores e frutos em diferentes estádios de desenvolvimento na planta durante a colheita. As colheitas são realizadas de outubro a maio, de duas a três vezes por semana, podendo ser realizada diariamente em produção intensa, dificultando o uso de produtos químicos durante este período. Não existem produtos registrados para o uso na cultura da acerola (WIN FIT, 2007) e as exigências dos mercados, principalmente externo, quanto a resíduos de agrotóxicos, dificultam o controle de doenças nesta cultura. Com isso, o manejo das doenças por métodos alternativos apresenta-se como uma possibilidade promissora.

Considerando os danos causados pela mancha alvo, a ausência de produtos registrados e de outras medidas disponíveis para o controle, os objetivos deste trabalho foram: desenvolver uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença em folhas de acerola e analisar os níveis de acurácia e precisão das estimativas geradas com sua utilização; avaliar *in vitro* a influência da temperatura sobre *Corynespora cassiicola* e a influência da temperatura e período de molhamento no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola sob condições de câmara de crescimento; avaliar *in vitro* e *in vivo* o efeito de caldas sobre *C. cassiicola*; avaliar *in vitro* o efeito de produtos químicos sobre *C. cassiicola* e no controle da mancha alvo da acerola no campo; e determinar o efeito da poda no controle da mancha alvo e na produção da acerola.

Referências

- ASENJO, C.F. Acerola. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits: Composition, properties and uses**. Westport: Avi, p.371-374, 1980.
- ASENJO, C. F.; MOSCOSO, C. G. Ascorbic acid content and other characteristics of the West Indian Cherry. **Food Research**, Chicago, v.15, p.103-106, 1950.
- BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELO, M. B. **Instruções para o cultivo da acerola**. Aracaju: Embrapa, 1996. 42p. (Circular Técnica – EMBRAPA-CPATC).
- CARDOSO, C.E.L.; LOPES, R.L.; ALMEIDA, C.O. Aspectos econômicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.185-198.
- CORDEIRO, Z.J.M.; RITZINGER, R. Doenças e seu controle. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.111-118.
- CUTRIM, F.A.; SILVA, G.S. Patogenicidade de *Corynespora cassiicola* a diferentes espécies de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.28, p.193-194, 2003.
- DUARTE, M.L.; ALBUQUERQUE, F.C.; PRABHU, A.S. Uma nova enfermidade foliar do cacauero (*Theobroma cacao* L.) causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*(Berk & Curt) Wei. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.3, p.259-265, 1978.
- FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. Produtos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.164-184.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2004. p.51.
- INTERNATIONAL BOARD OF PLANT GENETIC RESOURCESI - BPGR. *Malpighia emarginata* (Acerola). In: **Genetic resources of tropical and subtropical fruits and nuts (excluding musa)**. Rome: IBPGR, 1986. p.52-54.

KANNO, O.Y.; RIZZI, L.C.; KAVATI, R. Acerola Olivier. In: DONADIO, L. C. (Ed.). **Novas variedades brasileiras de frutas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. p.24-25.

KONRAD, M. **Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp*) na região da nova alta paulista**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2002.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ:EMBRAPA-SPI, 1994.

LEROY, M.; LOURD, M. Doença foliar do tomateiro causada por *Corynespora cassiicola* em Manaus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.14, n.1, p.32-36, 1989.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, J.R.; PAIVA, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 397p.

OLIVEIRA, J.R.P.; SOARES FILHO, W.S.; KOBAYASHI, A.K.; RITZINGER, R. Aspectos botânicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Eds.) **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.17-23.

PAPA, M.F.S. Doenças da acerola (*Malpighia emarginata*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2. p.15-18.

PERNEZNY, K.; SIMONE, G.W. Target spot of several vegetable crops. **Plant Pathology Fact Sheet**, Florida, p.39-43, 1999. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/VH/VH05200.pdf>>. Acesso em 15 dez. 2008.

SILVA, G. S.; RODRIGUES, A. A. C.; SORES JR, A. C. Mancha de *Corynespora* em acerola (*Malpighia glabra*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p.452, 1997.

SIQUEIRA, C. Junqueirópolis certificará acerola. **O Estado de São Paulo**, 17 de dezembro de 2008.

SOARES FILHO, W.S.; OLIVEIRA, J.R.P. Introdução. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.15-16.

WINFIT Saat. Viçosa: BMS, 2007. (CD-ROO)

2. ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA MANCHA ALVO EM FOLHAS DE ACEROLA

Resumo

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, é a doença foliar da acerola mais comumente encontrada nas áreas cultivadas do município de Junqueirópolis, SP, causando intensa desfolha. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença nas folhas e analisar os níveis de acurácia e precisão das estimativas geradas com sua utilização. Foram coletadas folhas apresentando diferentes níveis de severidade da doença no campo. Baseado na lei de estímulo visual de Weber-Fechner, foi elaborada uma escala com os níveis 2, 4, 8, 16, 32 e 48% de área foliar lesionada. A validação da escala diagramática foi realizada por 10 avaliadores, sem experiência na avaliação de doenças. Estes estimaram a severidade da doença em 50 folhas contendo diferentes níveis de sintomas, mensuradas previamente pelo programa Image Tool. A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, entre a severidade real e a estimada. A escala proporcionou bons níveis de acurácia e precisão e os erros absolutos concentraram-se na faixa de 10%. Além disso, o coeficiente de determinação (precisão das estimativas) com o auxílio da escala apresentou média de 86% e 78% sem o auxílio da escala, mesmo sendo inexperientes os avaliadores. A escala proposta mostrou-se adequada para as avaliações da severidade da mancha alvo nas folhas de acerola.

Palavras-chave: *Corynespora cassiicola*, quantificação, patometria, *Malpighia emarginata*, severidade da doença.

Development and validation of diagramtic scale for assessment of target spot in leaf of Barbados cherry

Abstract

The target spot, caused by *Corynespora cassiicola*, is the most common foliar disease of barbados cherry in Junqueirópolis, SP. However, there is a need for more precise information to qualify damage and yield losses. The lack of a standardized visual method may lead to inaccurate conclusions. With the purpose of elaborating a diagrammatic scale to assess this disease, leaves with different levels of severity were collected in the field. Following the visual stimulus Law by Weber-Fechner, a scale was elaborated with 2, 4, 8, 16, 32 and 48% diseased leaf areas. Validation was carried out by ten appraisers, without previous practice in assessing of diseases, who estimated the severity on 50 leaves with different levels of symptoms measured by the software Image Tool. The accuracy and precision of each rater was determined by simple linear regression between actual and estimated severity. The scale provided good levels of accuracy and precision and the absolute errors were around 10%. The proposed scale proved to be adequate for severity assessments of target spot of barbados cherry.

Key words: *Malpighia emarginata*, assessment, pathometry, *Corynespora cassiicola*, disease severity.

2.1. Introdução

A quantificação de doenças de planta pode ser realizada pela incidência ou pela severidade. Quando a incidência não pode ser usada para quantificar doenças foliares, a severidade é a variável mais utilizada. A severidade de doenças é geralmente estimada visualmente. Para auxiliar o avaliador e minimizar a subjetividade da estimativa, escalas diagramáticas têm sido uma ferramenta bastante útil (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). As escalas devem ser de uso fácil, aplicáveis a uma grande faixa de diferentes condições, terem resultados reproduzíveis e permitir uma avaliação imediata (BERGER, 1980).

Além da boa qualidade de uma escala diagramática, as estimativas de severidade dependem da percepção visual e da experiência de cada indivíduo na avaliação de doenças. A precisão e a acurácia das estimativas de severidade variam de acordo com o avaliador. Após a elaboração, as escalas devem ser testadas por diferentes indivíduos a fim de comprovar sua eficiência na estimativa da severidade (SPÓSITO et al., 2004). A acurácia refere-se à proximidade de uma estimativa a um valor real de quantidade de doença avaliada e a precisão refere-se à confiabilidade e/ou repetibilidade associadas com uma estimativa (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), na região de Junqueirópolis, SP. Apenas as folhas são afetadas, onde inicialmente observam-se pequenos pontos necróticos circundados por um halo amarelo, que evoluem para manchas maiores com halo clorótico e que levam à queda precoce das folhas (PAPA, 2005). A doença, em condições favoráveis, causa severa desfolha nas plantas de acerola na região de Junqueirópolis, superior a 60% (KONRAD, 2002), podendo contribuir na redução da produção.

Apesar da crescente importância da mancha alvo na cultura da acerola brasileira, pouco se sabe sobre esse patossistema nestas condições. A elaboração e a validação de uma escala diagramática, para avaliação da severidade da mancha alvo, constituem-se em uma ferramenta necessária para estudos que visam compreender a doença sob a influência de fatores ambientais e os níveis de resistência do hospedeiro e seu controle.

Considerando-se a inexistência de métodos padronizados para a quantificação da mancha alvo da acerola, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença e analisar os níveis de acurácia e precisão das estimativas geradas com sua utilização.

2.2. Revisão bibliográfica

2.2.1. Fitopatometria

A quantificação de doenças, designada pelo termo fitopatometria, é um tópico ligado a diversas especialidades dentro da fitopatologia, sendo tão importante quanto a diagnose. A quantificação de doença é necessária tanto para o estudo de medidas de controle, na determinação da eficiência de um fungicida ou na caracterização da resistência varietal, quanto para a epidemiologia, na construção de curvas de progresso da doença e estimativa dos danos provocados por ela (AMORIM, 1995).

O melhor método de avaliação para a estimativa da quantidade de doença deve possibilitar ao avaliador obter o máximo de precisão e acurácia em sua avaliação. A acurácia é a exatidão de uma operação isenta de erros sistemáticos e precisão é a exatidão de uma operação onde há rigor ou refinamento na medida (AMORIM, 1995).

Os métodos de avaliação de doenças podem ser agrupados em métodos diretos, onde a estimativa da quantificação de doença é feita diretamente pelos sintomas, ou métodos indiretos, onde a quantidade de doença é estimada pela população do patógeno quando os sintomas observados na planta envolvem apenas redução de vigor, diminuição da produção ou enfezamento, comum nas doenças causadas por vírus e nematóides (AMORIM, 1995).

A intensidade de doenças, estimada diretamente pelos sintomas, pode ser determinada pelos parâmetros incidência e severidade e pelas técnicas de sensoriamento remoto, utilizadas na quantificação de doenças em áreas extensas (AMORIM, 1995). Incidência é a porcentagem de plantas doentes, ou de suas partes, em uma amostra ou população, enquanto que a severidade é a porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

O parâmetro incidência é o de maior simplicidade, precisão e facilidade de obtenção (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). A severidade é uma medida mais laboriosa e que exige maior conhecimento da doença estudada, porém é a que melhor expressa a quantidade de tecido lesionado pela doença (VALE et al., 2004). O parâmetro severidade é o mais apropriado para medir doenças foliares como ferrugens, míldios, oídios e manchas, pois a porcentagem da área de tecido coberto por sintomas retrata melhor a quantidade de doença do que a incidência (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

2.2.2. Escala diagramática para avaliação de doenças

Quantificar precisamente a área doente é uma tarefa extremamente laboriosa. A contagem de lesões com posteriores medições, só podem ser realizadas em trabalhos experimentais, quando se requer alta precisão, porém quando o número de amostras é elevado e as lesões são numerosas e irregulares a avaliação torna-se impraticável (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

Com isso, várias estratégias têm sido propostas para a avaliação da severidade de doenças como a utilização de chaves descritivas, análise de imagens de vídeo por computador e escalas diagramáticas, sendo esta última a principal ferramenta de avaliação da severidade para muitas doenças (AMORIM, 1995). A primeira escala visual descrita na literatura foi proposta por Nathan Augustus Cobb, em 1892, para avaliação da ferrugem do trigo, o autor da escala conseguiu diferenciar, quantitativamente, plantas de trigo resistentes de plantas suscetíveis à ferrugem (HORSFALL & COWLING, 1978).

Segundo Amorim (1995), escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade. Segundo Horsfall & Barrat (1945), para a elaboração de escala diagramática devem-se considerar aspectos como os limites superiores e inferiores, os quais devem corresponder, respectivamente, à quantidade máxima e mínima da doença encontrada no campo, a representação dos sintomas deve estar tão próxima quanto possível àqueles observados na planta, e os níveis intermediários da severidade da doença definidas pela 'Lei do estímulo de Weber-Fechner', considerando as limitações de acuidade da visão humana, que é melhor a visualização do tecido doente quando a severidade da doença está abaixo de 50% e do tecido sadio quando a severidade da doença está acima de 50%. De acordo como a 'Lei do estímulo de Weber-Fechner', a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo, ou seja, o estímulo proporcionado pelos sintomas de uma doença deve crescer exponencialmente para que a vista humana consiga diferenciá-lo (AMORIM, 1995).

A utilização de escalas diagramáticas serve, na verdade, de guia para o avaliador que vai ao campo determinar a severidade de uma doença, e quando avaliações muito precisas são necessárias, o avaliador deve ser treinado previamente (AMORIM, 1995). Com o advento das facilidades computacionais, o desenvolvimento de escalas diagramáticas tornou-se mais fácil, aumentando-lhes a acurácia e a precisão (VALE et al., 2004).

2.3. Material e Métodos

2.3.1. Elaboração da escala diagramática

Para elaboração da escala diagramática foram coletadas 100 folhas de acerola (cv. Olivier), em áreas cultivadas no município de Junqueirópolis, SP, com diferentes níveis de severidade da mancha alvo. As folhas foram reproduzidas por fotocópias coloridas e digitalizadas. Com auxílio do programa Image Tool, foram determinadas a área foliar total e a área lesionada de cada folha, obtendo-se a severidade da doença.

Utilizando o valor máximo de severidade da doença constatada nas folhas coletadas, os intervalos da escala foram calculados com o auxílio do programa 2LOG (TOVAR-SOTO et al., 2002) e os valores obtidos arredondados. Baseando-se na lei de Weber-Fechner de acuidade visual (HORSFALL & COWLING, 1978), foi elaborada uma escala diagramática logarítmica com seis níveis de severidade, considerando a forma e distribuição das lesões observadas com maior frequência.

Uma vez que as porcentagens de doença a serem representadas na escala foram estabelecidas, fotocópias de folhas de acerola com lesões de mancha alvo coletadas no campo, incluindo lesões necróticas e halo clorótico, foram selecionadas para representarem os níveis de severidade determinados.

2.3.2. Validação da escala diagramática

Para validação da escala diagramática foram selecionadas 50 imagens de folhas digitalizadas com sintomas de mancha alvo em diferentes níveis de severidade. A severidade foi estimada por 10 pessoas, sem experiência na quantificação de doenças, inicialmente, sem o auxílio da escala diagramática, estimando a severidade da doença para cada folha apresentada. Posteriormente, estes mesmos avaliadores receberam uma cópia colorida da escala diagramática, estimando novamente a severidade da doença para cada folha de uma segunda sequência de imagens. Não foi realizado treinamento prévio.

2.3.3. Análise dos dados

A análise da acurácia e precisão das estimativas de severidade de doença de cada avaliador foi realizada por regressão linear simples entre a severidade real obtida eletronicamente como variável independente e a severidade estimada pelo avaliador como variável dependente.

A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear (a), para verificar a hipótese $H_0: a = 0$, e ao coeficiente angular da reta (b), para testar a $H_0: b = 1$, ao nível 5% de probabilidade ($P=0,05$). Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 (zero) indicam superestimativa (>0) ou subestimativa (<0) da severidade real a níveis baixos de intensidade da doença, enquanto valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 (um) indicam superestimativa (>1) ou subestimativa (<1) sistemática da severidade real em todos os níveis de intensidade da doença.

A precisão das estimativas foi determinada pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos severidade real). As análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa Microsoft Excel.

2.4. Resultados e Discussão

2.4.1. Escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola

O valor máximo de severidade da mancha alvo observado nas folhas de acerola coletadas em plantios comerciais foi de 48%. A escala diagramática para quantificação da severidade dessa doença foi elaborada com seis níveis de severidade, representados pelos valores de 2, 4, 8, 16, 32 e 48% de área foliar lesionada (Figura 1), considerando a distribuição de sintomas da doença, os níveis de severidade determinados e obedecendo a lei de Weber-Fechner (HORSFALL & COWLING, 1978). Valores de severidade acima de 48% raramente são encontrados no campo, pois levam as folhas à queda precoce.

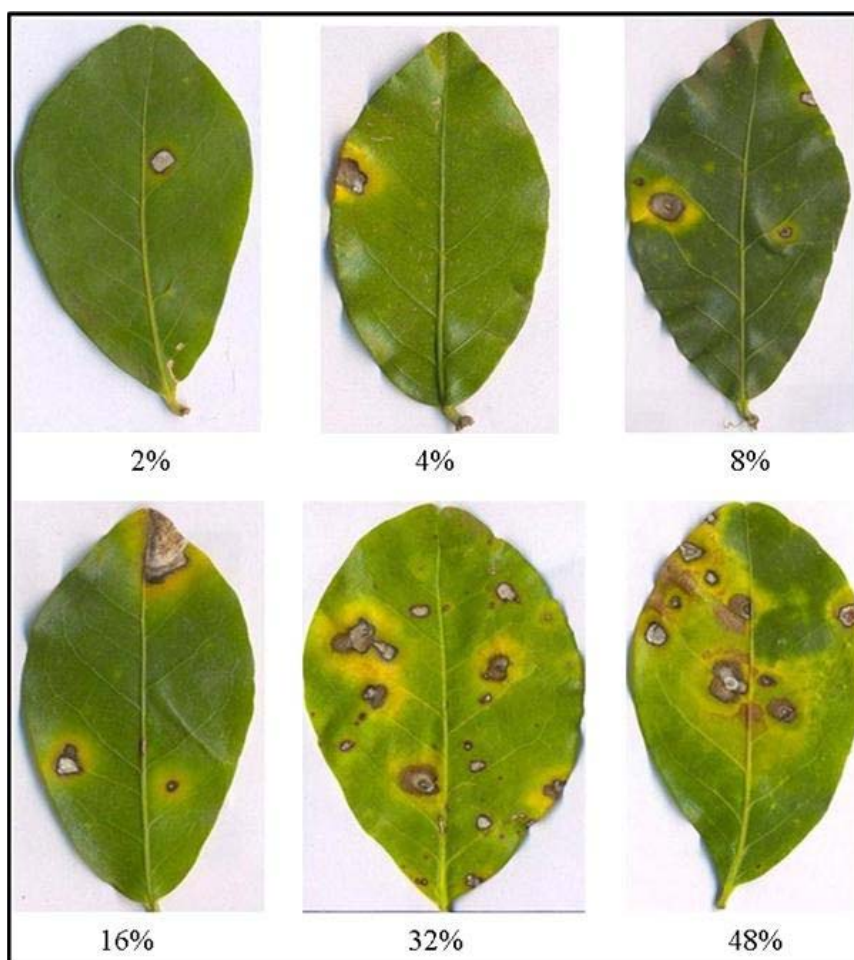


Figura 1. Escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola, com os níveis de 2, 4, 8, 16, 32 e 48% de severidade da doença.

2.4.2. Validação da escala diagramática

A acurácia das estimativas dos avaliadores, indicativo da proximidade entre valores estimados e reais (NUTTER JR. et al., 1991), foi avaliada pelo coeficiente angular (b) e intercepto (a) da regressão linear entre severidades real e estimada. As avaliações acuradas mostram proximidade entre a estimativa e a realidade. A inclinação da regressão linear entre valores reais e estimados deve ser igual a um, sem desvios sistemáticos, e o intercepto deve ser igual a zero (LEITE & AMORIM, 2002). A precisão das estimativas foi averiguada pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e a variância dos erros absolutos das estimativas dos avaliadores.

As análises para validação da escala diagramática mostraram que sem o auxílio da escala, 60% dos avaliadores foram pouco acurados, pois apresentaram valores do intercepto significativamente diferentes de zero para as retas de regressão entre severidade real e estimada, com valores médios de 2,60 (Tabela 1 e Figura 2). Dentre esses avaliadores, apenas os avaliadores C e E não superestimaram a severidade, indicando a presença de desvios positivos constantes para a maioria dos avaliadores. O coeficiente angular da reta, na média dos avaliadores, foi de 0,80 e diferiu significativamente de um. Para sete avaliadores (70%), os valores do coeficiente angular foram significativamente diferentes de um, indicando a presença de desvios sistemáticos em todos os níveis de intensidade da doença, com tendência à superestimativa (Tabela 1 e Figura 2).

Com a utilização da escala diagramática, a maioria dos avaliadores melhorou os níveis de acurácia, três avaliadores apresentaram valores do intercepto significativamente diferentes de zero, sendo que nove dos avaliadores apresentaram desvios positivos constantes. O valor médio do intercepto (1,90) não diferiu significativamente de zero, indicando a redução dos erros verificados sem o auxílio da escala. O uso da escala resultou em coeficientes angulares similares a um para 80% dos avaliadores e para a média (0,91), indicando a redução significativa dos erros sistemáticos e melhoria da acurácia das estimativas da reta (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1. Intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equação de regressão linear simples relacionando estimativas visuais da mancha alvo da acerola efetuadas por dez avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática, à severidade real determinada eletronicamente. Ilha Solteira, SP. 2008.

Avaliador	Sem escala			Com escala		
	a	b	R^2	a	b	R^2
A	0,02	0,68*	0,74	1,60	0,79*	0,84
B	0,18	0,83	0,54	0,95	0,90	0,83
C	-1,29	0,70*	0,67	3,98*	0,93	0,81
D	3,49*	0,85*	0,89	2,53	0,92	0,92
E	-1,44	0,76*	0,85	1,83	0,80*	0,87
F	3,47*	0,79*	0,85	-1,66	1,02	0,87
G	3,40*	0,97	0,88	3,02*	0,95	0,89
H	7,24*	0,92	0,86	0,94	0,99	0,93
I	4,81*	0,74*	0,74	3,28*	0,93	0,87
J	6,19*	0,81*	0,80	2,57	0,92	0,82
Média	2,60*	0,80*	0,78	1,90	0,91	0,86

* Asterisco representa situações onde a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t, $p=0,05$.

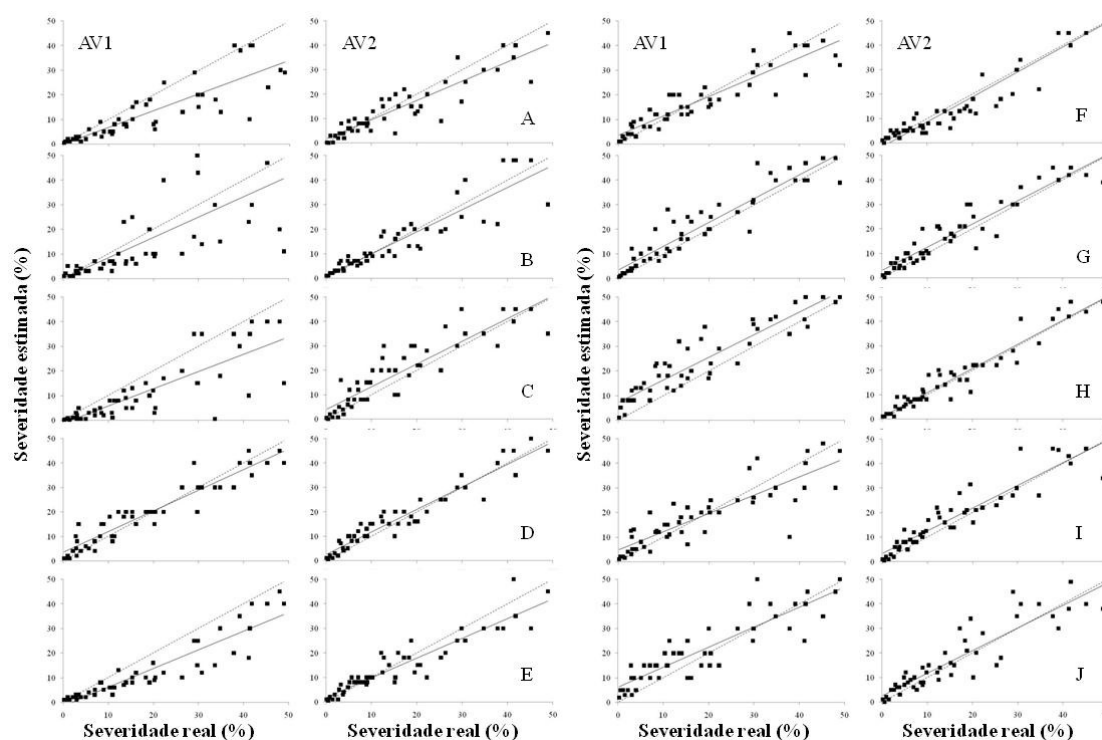


Figura 2. Severidade estimada sem o auxílio (AV1) e com o auxílio (AV2) da escala diagramática para mancha alvo da acerola, por dez avaliadores (A-J). A linha cheia representa a regressão linear entre a severidade real e a estimada. A linha tracejada representa o ajuste ideal em que a severidade real é igual à estimada. Ilha Solteira, SP. 2008.

A precisão, definida como a exatidão de uma operação onde há rigor ou refinamento na medida (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996), pode ser avaliada pelo coeficiente de determinação da regressão, que deve ser próximo de 100% e pela variação dos erros absolutos (diferenças entre severidade estimada e real) (LEITE & AMORIM, 2002).

Sem o auxílio da escala, o coeficiente de determinação variou de 0,54 a 0,89, com média de 0,78. Enquanto que, com o auxílio da escala, o coeficiente de determinação variou de 0,81 a 0,93, com média de 0,86 (Tabela 1). Portanto, com o auxílio da escala diagramática os avaliadores tornaram-se mais precisos, mesmo sendo inexperientes. Essa melhoria tem sido verificada com a utilização de outras escalas diagramáticas (MICHEREFF et al., 2006), o que demonstra a importância dessa ferramenta em estudos de quantificação de doenças.

A precisão também foi medida pelos erros absolutos, que são as diferenças entre as severidades estimada e real. De acordo com Nutter Jr. (1989), para que um avaliador possa ser considerado excelente, o erro de suas estimativas deve estar dentro de um intervalo de $\pm 5\%$ do valor real, e bom quando não ultrapassa a $\pm 10\%$. Nesse sentido, os avaliadores foram considerados bons na avaliação da severidade da mancha alvo da acerola, pois a média dos erros absolutos permaneceu no intervalo de $+10$ a -10% quando os avaliadores utilizaram a escala diagramática (Figura 3). Segundo Stonehouse (1994), a presença de certo nível de erro absoluto nas mensurações pode ser compensada pela rapidez e padronização quando se utiliza escala diagramática.

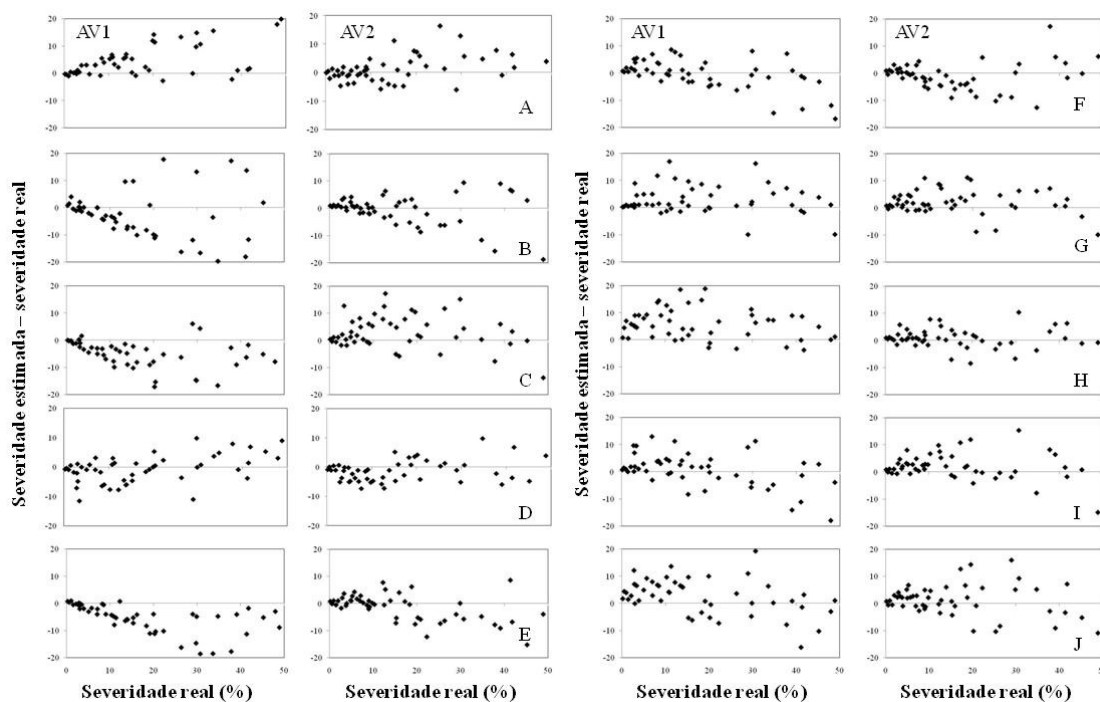


Figura 3. Resíduos (severidade estimada – severidade real) das análises de regressão linear entre valores de severidade real e severidade estimada sem o auxílio (AV1) e com o auxílio (AV2) da escala diagramática para mancha alvo das folhas de acerola, por dez avaliadores (A-J). Ilha Solteira, SP. 2008.

2.5. Conclusões

A quantificação da mancha alvo nas folhas de acerola com o uso da escala diagramática proposta proporcionou mais rapidez e facilidade na avaliação, boas acurácia e precisão. A escala será útil em trabalhos de seleção de cultivares resistentes ao patógeno, estudos epidemiológicos e de desenvolvimento de estratégias de controle da doença.

Referências

- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. ; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1995. v.1, p.647-671.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299p.
- BERGER, R.D. Measuring disease intensity. In: TENG, P.S.; KRUPA, S.V. (Eds.) **Crop loss assessment**. St. Paul: University of Minnesota, 1980. p.28-31.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532p.
- HOLSFALL, J.G.; BARRAT, R.W. An improved grading system for mensuring plant diseases. **Phytopathology**, St. Paul, v.35, p.665, 1945.
- HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Ed.) **Plant disease an advanced treatise. How disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. v.2, p.119-136.
- KONRAD, M. **Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp*) na região da nova alta paulista**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2002.
- LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, p.14-19, 2002.
- MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; NORONHA, M.A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do carvão da folha do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, p. 51-56, 2006.
- NUTTER JR., F.W. Disease Pro: a computer program for evaluating and improving a person ability to assess disease proportion. **Phytopathology**, St. Paul, v.29, p.1135, 1989.
- NUTTER JR., F.W.; TENG, P.S.; SHOKES, F.M. Disease assessment terms and concepts. **Plant Disease**, Saint Paul, v.75, p.1187-1188, 1991.

PAPA, M.F.S. Doenças da acerola (*Malpighia emarginata*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.15-18.

SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; AQUINO, R. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.81-85. 2004.

STONEHOUSE, J. A assessment of Andean bean disease using visual keys. **Plant Pathology**, Oxford, v.43, p.519-527, 1994.

TOVAR-SOTO, A.; HERNANDEZ-MARTÍNEZ, M.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; ROMERO-HIJO, R.; MORA-AGUILERA, G. Escala logarítmica diagramática de severidad de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). **Revista Mexicana de Fitopatología**, Ciudad Obregón, v.20, n.1, p.103-109, 2002

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p.89-123.

3. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE *Corynespora cassiicola* E A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO DA MANCHA ALVO EM FOLHAS DE ACEROLA

Resumo

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, é a principal doença foliar que vem ocorrendo na cultura da acerola na região de Junqueirópolis, SP. A doença manifesta-se apenas nas folhas e causa severa desfolha das plantas. Os objetivos do trabalho foram avaliar o efeito *in vitro* da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de *C. cassiicola* e a influência da temperatura e da duração do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola, sob condições controladas. No ensaio *in vitro* foram avaliados os efeitos das temperaturas (10 a 45°C) no crescimento micelial e na germinação de esporos do fungo. No ensaio *in vivo* foi avaliada a influência das temperaturas (20 a 30°C) e da duração do período de molhamento foliar (4 a 48h) no desenvolvimento das lesões da mancha alvo. As temperaturas ótimas, estimadas a partir das regressões, para o crescimento micelial e a germinação de esporos foram de 26,1 e 27,8°C, respectivamente. No desenvolvimento das lesões da mancha alvo em mudas de acerola, houve um incremento das lesões conforme a temperatura aumentou até 30°C. A presença de água livre na superfície das folhas de acerola, na forma de condensação, foi necessária para o desenvolvimento da mancha alvo, sendo vital a duração de pelo menos 12h de molhamento foliar para que a infecção ocorresse.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, crescimento micelial, germinação de esporos, epidemiologia, doença foliar.

Effect of temperature on *Corynespora cassiicola* and influence of temperature and of leaf wetness period in development of target spot in barbados cherry

Abstract

The target spot, caused by *Corynespora cassiicola*, is the main leaf disease occurred in barbados cherry in the region of Junqueirópolis, SP. The disease causes severe defoliation of plants. The objective of this study was to assess the effect *in vitro* of temperature (10 a 45°C) on mycelial growth and spores germination of *C. cassiicola* and the influence *in vivo* of temperature (20 a 30°C) and the duration of leaf wetness (4 a 48h) in the development of target spot in seedling on barbados cherry, under controlled conditions. The estimated maximum temperatures for mycelia growth and for spores germination were 26,1 and 27,8°C, respectively. In the development of lesions of target spot in barbados cherry seedlings, increased the lesions with the increment in the temperature to 30°C. The presence of free water on the surface of barbados cherry leaves was necessary for the development of target spot, being necessary at least 12h of leaf wetness to infection happened.

Key words: *Malpighia emarginata*, growth mycelial, spores germination, epidemiology, leaf disease.

3.1. Introdução

O município de Junqueirópolis, localizado na região da Nova Alta Paulista, é o principal produtor de acerola do Estado de São Paulo. A fruta é comercializada, nos mercados interno e externo, *in natura* e na forma de produtos industrializados. Devido a sua rusticidade, a acerola se desenvolve muito bem em climas tropicais e subtropicais.

Em função da diversidade de ambientes de cultivo da acerola no Brasil, o número de doenças já relatadas nessa frutífera é maior do que em outros países (PAPA, 2005). A mancha alvo, causada por *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, é a principal doença foliar que vem ocorrendo na cultura da acerola na região de Junqueirópolis, SP. A doença manifesta-se apenas nas folhas causando severa desfolha das plantas.

O potencial do aumento da área cultivada com acerola pode ser limitado pela ocorrência da mancha alvo. Os danos causados pela diminuição da área fotossintética da planta, devido à formação de manchas foliares e à desfolha precoce, resultam na redução da produção.

O conhecimento das condições que favorecem o desenvolvimento do fungo e das variáveis climáticas ótimas para infecção e desenvolvimento da doença é fundamental para se delimitar estratégias de controle para cada região de cultivo (LEITE & AMORIM, 2002).

Os objetivos do trabalho foram avaliar *in vitro* o efeito da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de *C. cassiicola* e a influência da temperatura e do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo, sob condições controladas, em mudas de acerola.

3.2. Revisão bibliográfica

O surgimento e desenvolvimento de uma doença é resultado da interação entre planta hospedeira suscetível, patógeno virulento e condições favoráveis de ambiente (BEDENDO, 1995). Cada um desses fatores exerce papel fundamental no desenvolvimento de epidemias, e devem ser estudados em particular para o entendimento dos mecanismos que afetam a doença. Entretanto, o ambiente exerce papel preponderante sobre os demais, uma vez que também os influencia (VALE et al., 2004).

3.2.1. Ambiente e doenças

Segundo Bedendo (1995), o ambiente é o fator relevante na interação patógeno-hospedeiro-ambiente, podendo, inclusive, impedir a ocorrência da doença mesmo na presença de hospedeiro e patógeno.

O papel dos fatores ambientais sobre a ocorrência de doenças tem sido notado há muito tempo, surgindo o conceito de predisposição, que baseia-se na alteração da suscetibilidade do hospedeiro resultante da atuação de fatores externos ao mesmo (BEDENDO, 1995). Estes fatores podem influenciar desde o estabelecimento da doença numa cultura, até o desencadeamento da epidemia (BEDENDO, 1995).

O conhecimento do efeito climático sobre as doenças de plantas possibilita a adoção de uma série de medidas de manejo, tanto práticas quanto para uso em pesquisas, muitos modelos de previsão de doença e sistemas de alerta fitossanitários estão embasados no conhecimento da interação patógeno-variáveis climáticas (VALE et al., 2004).

A distribuição geográfica dos patógenos está relacionada com a capacidade de adaptação dos mesmos às condições de ambiente. A ação do ambiente é exercida de diferentes formas, podendo interferir diretamente nos processos de sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução do patógeno, e atuar indiretamente, alterando populações ou atividade microbiana, que ocorrem no solo e que possam ter uma relação sinérgica ou antagônica em relação a um agente patogênico (BEDENDO, 1995).

Segundo Vale et al. (2004), as doenças causadas por patógenos foliares são predominantemente influenciadas pelas condições meteorológicas locais, que afetam diretamente o microclima, podendo gerar principalmente epidemias esporádicas e curtas, de características explosivas.

A capacidade de um patógeno em sobreviver durante os períodos de condições adversas tem base genética e varia para as diferentes espécies, em diferentes regiões, de acordo com sua adaptabilidade ao clima, o que faz com que ele permaneça na área de uma estação a outra, bem como influencia a dispersão do patógeno entre áreas (VALE et al., 2004). O clima afeta a sobrevivência do inóculo, tanto entre estações de cultivos, podendo destruir ou favorecer as estruturas de sobrevivência e infecção do patógeno, quanto dentro da estação de cultivo, no caso de doenças policíclicas, podendo favorecer ou desfavorecer a infecção (VALE et al., 2004).

Segundo Vale et al. (2004), para a dispersão de estruturas reprodutivas, o vento exerce papel fundamental, embora muitos patógenos sejam extremamente dependentes de água para dispersão e para liberação de esporos. Além disso, os respingos de chuva desempenham papel relevante na disseminação de muitas doenças no interior da planta.

A germinação dos esporos e a infecção pela maioria dos fungos dependem da combinação da temperatura e duração da umidade relativa do ar próxima da saturação, ou a duração do molhamento foliar. Os períodos de incubação e latente, e o crescimento de lesões dependem, principalmente, da temperatura (VALE et al., 2004).

3.2.1.1. Temperatura e doenças

O efeito da temperatura sobre as atividades do patógeno que causam doenças em órgãos aéreos é, de modo geral, menos marcante que aquele exercido pela umidade, devido à ampla faixa efetiva de temperatura favorável ao patógeno e, normalmente, as temperaturas mínimas e máximas para o desenvolvimento do patógeno não causam sua morte (VALE et al., 2004).

Segundo Bedendo (1995), nas regiões tropicais e subtropicais, as temperaturas muito altas podem provocar o dessecamento de células bacterianas e de estruturas fúngicas presentes na fonte de inóculo, e em áreas de clima temperado, as temperaturas baixas do período de inverno levam à paralisação das atividades do patógeno ou mesmo causam sua morte.

A influência da temperatura está relacionada com a maior ou menor duração da etapa de germinação e, conseqüentemente, de infecção, além de exercer influência nos processos de colonização e reprodução (BEDENDO, 1995). Segundo Vale et al. (2004), em regiões temperadas ou estações frias, as baixas temperaturas durante a noite reduzem a taxa de infecção e o processo de esporulação e durante as horas mais quentes do dia o desenvolvimento das lesões continuam. Em regiões tropicais ou estações quentes, altas temperaturas durante a noite favorecem a infecção e a esporulação e as horas mais quentes do dia prejudicam a viabilidade

dos esporos dispersos, aceleram o desenvolvimento de lesões, diminuem o potencial de esporulação, podem reduzir o período infeccioso e, até mesmo, erradicar patógenos presentes em folhas expostas ao sol (VALE et al., 2004).

3.2.1.2. Umidade e doenças

A água presente na atmosfera e no solo tem papel relevante sobre os diferentes agentes infecciosos que atacam tanto a parte aérea como o sistema radicular da planta. A água da chuva, orvalho ou irrigação altera a umidade do ar e do solo, contribuindo ou prejudicando as atividades de fungos, bactérias e nematóides (BEDENDO, 1995).

O filme de água na superfície das folhas é essencial para a maioria dos patógenos infectarem as plantas, a esporulação é induzida pela presença de água na superfície foliar, geralmente a esporulação requer períodos mais longos de umidade do que a infecção (VALE et al., 2004).

Para alguns patógenos, as epidemias têm sido favorecidas por altas umidades relativas do ar, sendo a chuva, o orvalho e os respingos de água de irrigação por aspersão as três maiores fontes de umidade para ocorrência de doenças de plantas (VALE et al., 2004).

A disseminação de propágulos pode ocorrer com o auxílio da água, principalmente pela água da chuva e respingos de água por irrigação por aspersão, podendo espalhar inóculo, tanto dentro de uma mesma planta como para plantas vizinhas (BEDENDO, 1995) e, ainda, levar propágulos a longas distâncias, como consequência do escoamento superficial de água de chuva e irrigação (VALE et al., 2004).

A água constitui-se num fator vital para a germinação de esporos e penetração no hospedeiro, em particular, a água na forma de orvalho tem grande relevância no processo de infecção (BEDENDO, 1995). O orvalho é um fator microclimático de grande importância em diferentes fases do ciclo do patógeno, sendo que a duração dos períodos de orvalho é mais importante que a quantidade de água depositada, para o desenvolvimento de doenças de plantas, e há vários aparelhos desenvolvidos para mensurar sua duração (VALE et al., 2004).

3.3. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nas dependências do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia – UNESP em Ilha Solteira, SP.

3.3.1. Efeito *in vitro* da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

O isolado de *C. cassiicola*, utilizados nos ensaios, foi obtido de folhas doentes de acerola do cultivar Olivier, naturalmente infectadas, coletadas em pomares comerciais no município de Junqueirópolis, SP. Realizou-se o isolamento direto do fungo para placa de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As colônias obtidas foram preservadas em frascos de vidro com água destilada esterilizada (CASTELLANI, 1939), os quais foram mantidos em refrigerador a 15°C.

Para avaliar o efeito da temperatura no crescimento micelial de colônias de *C. cassiicola*, discos de micélio do fungo, de 0,5 cm de diâmetro, foram transferidos para placa de Petri contendo BDA e mantidas em incubadoras sob fotoperíodo de 12 horas, nas temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25, 30 e 35°C. Após cinco dias de incubação realizou-se a medição do diâmetro das colônias, para comparação dos dados.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de seis tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela constituída por uma placa de Petri.

A partir de colônias de *C. cassiicola* com cinco dias de idade, preparou-se uma suspensão contendo 2×10^4 esporos/mL. Uma alíquota de 80 µL da suspensão de esporos foi transferida para lâminas escavadas, as quais foram colocadas em placas de Petri contendo papel de filtro embebido em água, para manter a umidade. Essas foram incubadas no escuro, nas temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45°C. Após 10 horas, foi adicionada uma gota de lactofenol em cada célula com a finalidade de paralisar a germinação dos esporos. Em microscópio ótico, realizou-se contagem de 100 esporos em cada célula, separando-os em germinados e não germinados. Considerou-se como esporo germinado aquele que apresentou tubo germinativo igual ou maior que a sua largura, obtendo a porcentagem de esporos germinados. Foi estabelecida a curva de germinação de esporos em função da temperatura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de oito tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma lâmina escavada.

Os dois experimentos foram realizados duas vezes cada um. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear e não-linear, para selecionar os modelos com os melhores ajustes com base no coeficiente de determinação (R^2) e no quadrado médio do resíduo.

3.3.2. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola

Os ensaios para avaliação do efeito da temperatura e da duração do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola foram conduzidos em câmara de crescimento, sob condições de temperatura e luminosidade controladas.

No preparo da suspensão de inóculo, o isolado de *C. cassiicola* foi repicado para meio de BDA, onde foi cultivado por sete dias a 25°C, sob fotoperíodo de 12 horas. Os esporos foram suspensos, com um pincel, em água destilada esterelizada e sua concentração ajustada para 2×10^4 esporos/mL, com auxílio de hemacitômetro.

Foram utilizadas mudas de acerola cv. Oliver, as quais foram produzidas por estaquia e fornecidas pela Associação Agrícola de Junqueirópolis, SP. As mudas foram mantidas em vasos plásticos, com capacidade de cinco litros de substrato, em casa de vegetação. Para a obtenção de folhas adequadas para as inoculações, as plantas foram podadas. Após 15 a 20 dias da poda, as brotações emergentes das plantas estavam aptas a serem utilizadas nas inoculações em câmara de crescimento sob condições controladas (Figura 1).

As plantas foram inoculadas com a suspensão de esporos, principalmente nas brotações novas. A inoculação foi feita com pulverizador manual, de modo que todas as folhas fossem uniformemente molhadas, nas superfícies superior e inferior, até o ponto de escoamento superficial (Figura 2A).

Para avaliar o efeito de cada temperatura, as plantas foram mantidas sob temperaturas constantes de 20,0, 25,0, 27,5 ou 30,0°C. Após a inoculação dos esporos de *C. cassiicola*, as plantas foram transferidas para uma câmara, feita de plástico transparente com suporte de madeira, umedecida com água destilada e vedada de modo que proporcionasse uma câmara úmida (Figura 2B). Após 48 horas, as plantas foram retiradas da câmara e dispostas sobre a bancada da câmara de crescimento, sob fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa do ar que variou entre 50 e 70%.



Figura 1. Mudas de acerola cv. Olivier com brotações emergentes aptas a serem inoculadas com esporos de *Corynespora cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

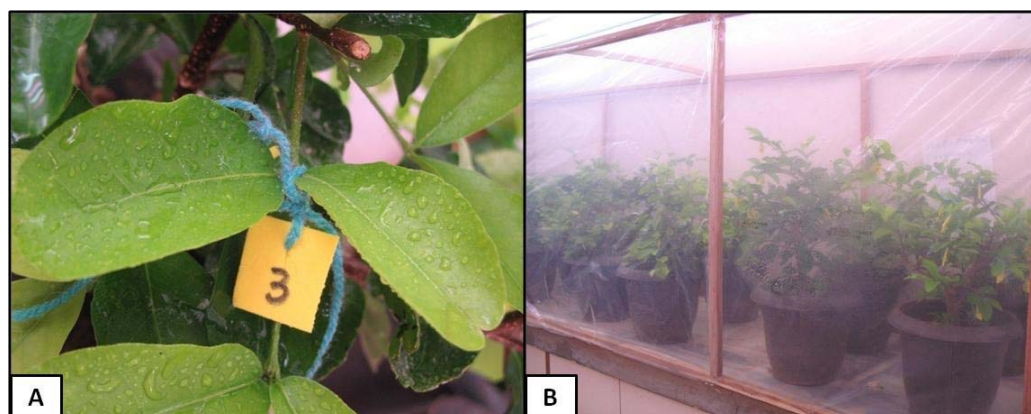


Figura 2. Cobertura da suspensão de esporos de *C. cassiicola* nas folhas de acerola inoculadas (A) e aspecto da câmara úmida (B). Ilha Solteira, SP. 2008.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por um vaso contendo uma planta, onde cinco folhas inoculadas foram avaliadas. Plantas pulverizadas com água destilada esterelizada foram mantidas em cada temperatura, servindo como controle.

O efeito da duração do período de molhamento foliar foi avaliado sob temperatura constante de 27,5°C, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa do ar que variou entre 50 e 70%. Os períodos de molhamento, que corresponde ao tempo em que as plantas inoculadas permaneceram na câmara úmida (Figura 2B), foram de 4, 8, 12, 16, 20, 24 ou 48h.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por um vaso contendo uma planta, onde cinco folhas inoculadas foram avaliadas.

Para cada temperatura e período de duração de molhamento, foram conduzidos dois ensaios para garantir a repetibilidade dos dados e na análise estatística foi utilizada a média destes dados. Nos experimentos a avaliação foi realizada 15 dias após a inoculação dos esporos de *C. cassicola*. Cinco folhas com lesões isoladas de cada planta, em cada temperatura ou período de molhamento foliar, foram retiradas e escaneadas. Com o auxílio do programa Image Tool, mediu-se a área em mm² das lesões, obtendo-se a área média das lesões de cada parcela.

Os dados foram submetidos à análise de regressão linear e não-linear, para selecionar os modelos com os melhores ajustes, com base no coeficiente de determinação (R^2) e no quadrado médio do resíduo.

3.4. Resultados e Discussão

3.4.1. Efeito *in vitro* da temperatura no crescimento micelial e na germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

A temperatura influenciou significativamente no crescimento micelial e na germinação de esporos de *C. cassiicola*, apresentando variações relativas às temperaturas (Figuras 3 e 4). A faixa de temperatura ótima para o crescimento micelial do fungo foi de 20 a 30°C, com ótimo de 26,1°C obtido por meio da equação de regressão. Rodrigues (2003) relatou que a temperatura ótima para o crescimento micelial e a esporulação de *C. cassiicola* da acerola, em meio de cultivo BDA, foi de 25°C. Know & Park (2003) relataram que a temperatura ótima para o crescimento micelial de *C. cassiicola* de *Hibiscus*, em meio de cultivo BDA, foi de 30°C. Segundo Lilly & Barnett (1951), a resposta de crescimento micelial dos fungos em relação à temperatura varia entre espécies, entre isolados da mesma espécie e também em função de fatores externos como luz, composição e concentração de meio de cultivo.

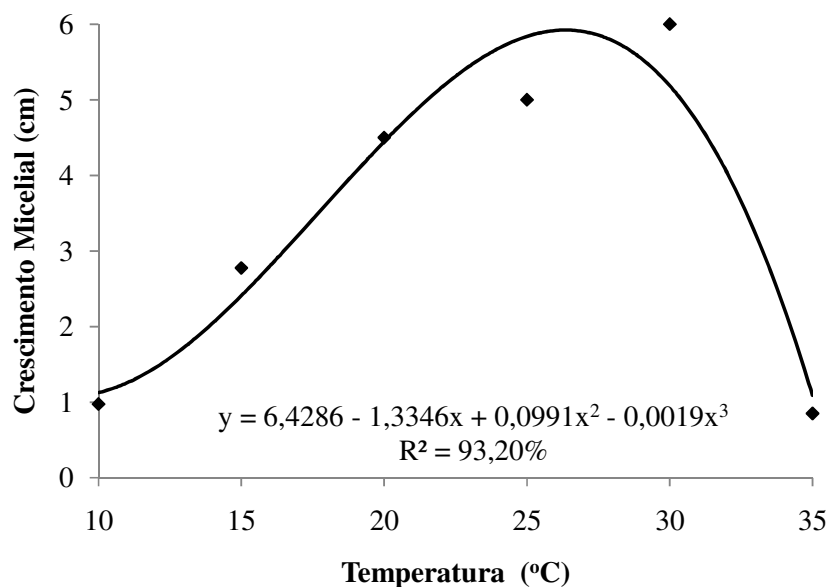


Figura 3. Efeito da temperatura sobre o crescimento micelial de *Corynespora cassiicola* de acerola. Ilha Solteira, SP. 2008.

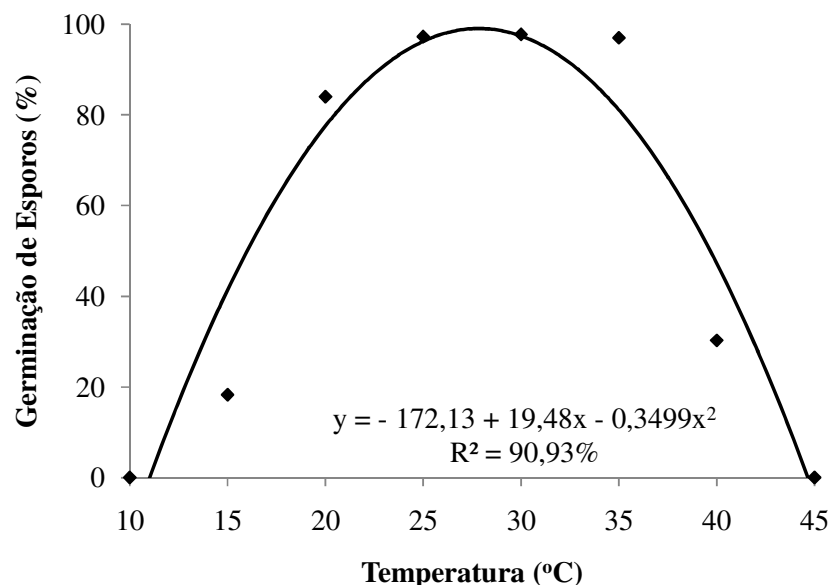


Figura 4. Efeito da temperatura sobre a germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

O fitopatógeno apresentou mais de 80% de germinação de esporos na faixa de 20 a 30°C, com ótimo de 27,8°C obtido por meio da equação de regressão (Figura 4). Segundo Pernezny & Simone (1999), os esporos de *C. cassiicola* germinam em condições de temperatura em torno de 28°C. Rodrigues (2003) relatou que a obtenção da máxima germinação de esporos de *C. cassiicola* da acerola, em meio de cultivo BDA, foi obtida com 25°C. Para *C. cassiicola* f.sp. *lantanae*, a temperatura ótima para esporulação do fungo em meio de cultivo específico foi de 23°C (PEREIRA et al., 2003).

As temperaturas máximas e mínimas avaliadas reduziram o crescimento micelial e a porcentagem de germinação dos esporos de *C. cassiicola* (Figuras 3 e 4). Segundo Rotem (1978), temperaturas extremas ou limítrofes são responsáveis por aumentar o tempo para iniciar uma epidemia ou ainda atuam de maneira direta nos componentes, como por exemplo, aumentando os períodos latente e de incubação.

3.4.2. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar no desenvolvimento da mancha alvo em mudas de acerola

A temperatura e o período de molhamento foliar influenciaram significativamente no desenvolvimento das lesões da mancha alvo em mudas de acerola. A área de lesões da doença

aumentou com o aumento da temperatura (Figura 5). O controle de temperatura, na câmara utilizada na avaliação, possibilitou avaliar o efeito da temperatura somente até 30°C. A temperatura influi significativamente no desenvolvimento das lesões. Essa constatação é semelhante aos dados de crescimento micelial e germinação dos esporos do fungo até 30°C. Sob temperaturas superiores a 30°C, o micélio e os esporos diminuem as suas atividades, podendo haver inflexão na curva a 35 ou 40°C (Figura 5). Segundo Lopes & Avila (2005), a mancha alvo do tomateiro, causada pelo fungo *C. cassiicola*, é uma doença muito destrutiva sob temperatura acima de 28°C e alta umidade.

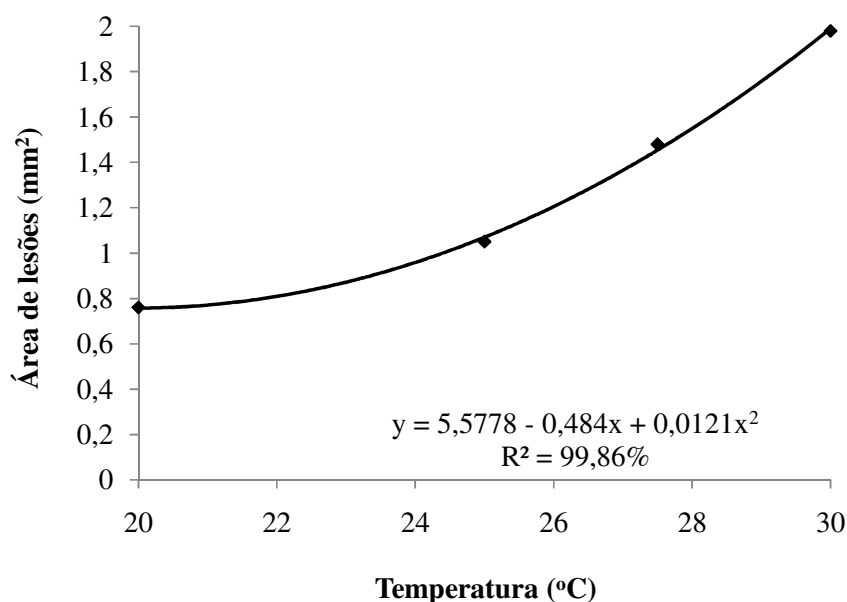


Figura 5. Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de lesões de mancha alvo em folhas de acerola, causadas pelo fungo *C. cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

A presença e a duração de água livre na superfície das folhas de acerola, na forma de condensação, foi necessária para o desenvolvimento da mancha alvo. A área das lesões da doença aumentou com o prolongamento do molhamento foliar (Figura 6). Foram necessárias pelo menos 12h de molhamento foliar para que a infecção ocorresse. Kwon et al. (2003), ao estudarem a ocorrência de *C. cassiicola* em pepino, relataram que períodos longos de orvalho e altas temperaturas aumentam a severidade da doença.

A partir do período de 24h, a curva começa a declinar (Figura 6). Segundo Godoy et al. (1999), a resposta da duração do período de molhamento na severidade de doenças normalmente

é descrita por modelos não-lineares, que assumem as premissas básicas de que a severidade aumenta com a duração do período de molhamento, e tendem a um limite superior, quando o período de molhamento é prolongado.

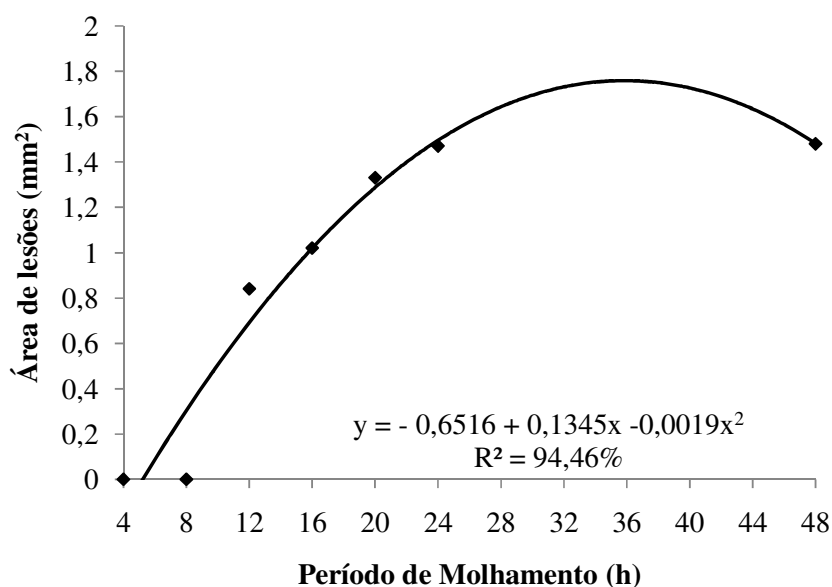


Figura 6. Efeito do período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de mancha alvo em folhas de acerola, causadas pelo fungo *C. cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

A presença e a duração de água livre na superfície das folhas de acerola e temperaturas elevadas, favorecem o desenvolvimento das lesões da mancha alvo nas folhas, concordando com Silva et al. (1997), em que sintomas causados por *C. cassiicola* em acerola aparecem especialmente em época chuvosa com predomínio de altas temperaturas ou em clima com predominância de altas umidades relativas, como é o caso da região de Junqueirópolis/SP.

3.5. Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- As temperaturas ótimas estimadas para o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola in vitro* foram de 26,1 e 27,8°C, respectivamente;
- Foram necessárias pelo menos 12h de molhamento foliar para que a infecção ocorresse em mudas de acerola sob condição de câmara de crescimento;
- A temperatura ótima para o desenvolvimento das lesões de *C. cassiicola* nas folhas das mudas de acerola em câmara de crescimento foi de 30°C;
- A 27,5°C e 24h de molhamento foliar, ocorreu a maior área de lesões nas folhas de mudas de acerola;
- Conclui-se que para a incidência e o desenvolvimento da mancha alvo em acerola, em condições de campo, são necessárias temperaturas acima de 20°C concomitantemente com alta umidade e duração de molhamento foliar por pelo menos 12 horas.

Referências

- BEDENDO, L.P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. ; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1995. v.1, p.331-341.
- CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine Hygiene**, Northbrook, v.42, p.225, 1939.
- GODOY, C.V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Influência da duração do período de molhamento foliar e da temperatura no desenvolvimento da ferrugem do milho causada por *Puccinia polysora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.24, p.160-165, 1999.
- KNOW, J.H.; PARK, C.S. Leaf spot of cotton rose by *Corynespora cassicola* in Korea. **Microbiology**, New York, v.31, n.1, p.57-59, 2003.
- KWON, M.K.; KANG, B.R.; CHO, B.H.; KIM, Y.C. Occurrence of target leaf spot disease caused by *Corynespora cassicola* on cucumber in Korea. **Plant Pathology**, Oxford, v.52, p.424, 2003.
- LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de *Alternaria* em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.27, p.193-200, 2002.
- LILLY, V.G.; BARNETT, H.L. **Physiology of the fungi**. New York: McGRAW-HILL, 1951. 464p.
- LOPES, C.A.; AVILA, A.C. **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 152p.
- PAPA, M.F.S. Doenças da acerola (*Malpighia emarginata*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.15-18.
- PEREIRA, J.M.; BARRETO, R.W.; ELLISON, C.A.; MAFFIA, L.A. *Corynespora cassicola* f.sp. *lantanae*: a potential biocontrol agent from Brazil for *Lantana camara*. **Biological Control**, Orlando, v.26, n.1, p.21-31, 2003.

PERNEZNY, K.; SIMONE, G.W. Target spot of several vegetable crops. **Plant Pathology Fact Sheet**, Florida, p.39-43, 1999.

RODRIGUES, A.C.P. **Fatores que afetam o crescimento micelial e esporulação e a germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei, da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.)**. 2003. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2003.

ROTEM, J. Climate and weather influence on epidemics. In: HORSFALL, J.G.; DIMOND, A.E. **Plant disease: how disease develops in populations**. New York: Academic, 1978. p.317-436.

SILVA, G. S.; RODRIGUES, A. A. C.; SOARES JUNIOR, A. C. Mancha de *Corynespora* em acerola (*Malpighia glabra*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p.452, 1997.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F.X.R; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p.89-123.

4. EFEITO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE CALDAS SOBRE *Corynespora cassiicola*

Resumo

A mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) é a principal doença da cultura da acerola, na região de Junqueirópolis, SP, causando desfolha precoce nas plantas. Após a realização da poda de limpeza anual, os produtores aplicam a calda sulfocálcica nas plantas, por apresentar ação fungicida, inseticida e acaricida. O objetivo deste trabalho foi avaliar em condições *in vitro* e *in vivo* o efeito das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa sobre *Corynespora cassiicola*. As caldas foram utilizadas nas seguintes concentrações: calda sulfocálcica (75 e 3% - concentração utilizada por produtores), calda bordalesa (75%) e calda Viçosa (75%). As caldas foram incorporadas em meio de batata-dextrose-ágar ou suspensão de esporos para determinação das inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos. Folhas de acerola, com sintomas típicos da mancha alvo, foram tratadas com as caldas. Constatou-se que quando estas folhas foram submetidas à câmara úmida, alta umidade, ocorreu esporulação sobre as lesões, porém os esporos perderam a viabilidade pela presença das caldas na superfície. No ensaio *in vitro*, a calda sulfocálcica a 75% apresentou 100% de inibição do crescimento micelial do fungo. A germinação de esporos foi inibida completamente por todas as caldas. Assim, o uso das caldas, na cultura da acerola, pode contribuir na redução de fontes de inóculo do patógeno.

Palavras-chave: Calda bordalesa, calda sulfocálcica, calda Viçosa, acerola, *Malpighia emarginata*.

Effect *in vitro* and *in vivo* of syrups on *Corynespora cassiicola***Abstract**

The target spot (*Corynespora cassiicola*), main leaf disease occurred in barbados cherry in the region of Junqueirópolis, SP, causing severe defoliation of plants. After the cleaning prune, producers apply line sulphur in plants, for presenting fungicidal, insecticide and acaricide action. The objective of this study was to assess the effect of line sulphur (75% and 3% - used by producers), bordeaux mixture (75%) and 'calda Viçosa' (75%) on *Corynespora cassiicola*. The syrups were incorporated into potato-dextrose-agar or spore suspension for determination of inhibition of the mycelia growth and spores germination. Leaves barbados cherry, with symptoms of target spot, were treated with syrups. In wet chamber, high humidity, was verified that sporulation occurred in lesions, however the spores lost viability by presence of syrups in surface. *In vitro*, line sulphur to 75% inhibited completely the mycelia growth of the fungus. Line sulphur, Bordeaux mixture and 'calda Viçosa' inhibited completely the spores germination. For the reasons, the use of syrups in barbados cherry, can contribute in reduction of source of inoculum of the pathogen.

Key words: Line sulphur, Bordeaux mixture, 'calda Viçosa', barbados cherry, *Malpighia emarginata*, target spot.

4.1. Introdução

O cultivo da acerola é uma importante alternativa econômica para os produtores do município de Junqueirópolis, SP. O município é responsável por 65% da produção de acerola no Estado de São Paulo. No Brasil, por seu cultivo comercial relativamente recente, os conhecimentos das doenças associadas à cultura são escassos. A mancha alvo (*Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei) é a principal doença da acerola na região de Junqueirópolis, SP, causando desfolha precoce nas plantas.

O controle químico na cultura da acerola deve ser encarado com bastante cautela, tendo em vista a presença de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e o curto intervalo entre a floração e a maturação destes, daí a preocupação com resíduos de agrotóxicos nos frutos destinados ao consumo “in natura” ou à indústria de processamento de polpa.

As caldas inorgânicas são perfeitamente viáveis para a agricultura, pois não são específicas (AZEVEDO, 2003). O emprego de caldas, com destaque para a calda sulfocálcica, atualmente é amplamente utilizada no controle de insetos (principalmente cochonilhas), fungos e ácaros (WEINGÄRTNER et al., 2006), além de complementar a nutrição das plantas (VENZON et al., 2006). O enxofre apresenta baixa toxicidade ao homem e aos animais domésticos, baixo custo (KIMATI, 1995) e é aceita pela maioria das certificadoras. Com isso a calda sulfocálcica vem sendo aplicada nas plantas de acerola após a realização da poda de limpeza anual na cultura (inverno), na região de Junqueirópolis/SP.

Devido ao exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade dos esporos de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei produzidos sobre lesões em folhas de acerola tratadas com as caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa e os efeitos destas sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos do fungo *in vitro*.

4.2. Revisão bibliográfica

4.2.1. Calda Sulfocálcica

A calda sulfocálcica foi preparada pela primeira vez por Grison em 1852 e é obtida pela combinação de cal hidratada com enxofre (AZEVEDO, 2003). O efeito tóxico dessa calda aos insetos, ácaros e fungos é devido à liberação de gás sulfídrico (H_2S) e enxofre coloidal quando aplicado sobre as plantas (ABBOTT, 1945). As transformações que ocorrem na calda são reconhecidas com Reação de Decomposição (POLITO, 2000). Segundo Kimati (1995), a mistura de polissulfetos e tiosulfatos de cálcio da calda sulfocálcica é rapidamente transformada em enxofre elementar na superfície da folha. Tal reação envolve uma situação complexa de reações intermediárias, tendo como resultado final não um produto simples, mas um conjunto de substâncias, cada qual com suas características agronômicas (AZEVEDO, 2003). Há, portanto, o efeito fungistático devido a liberação do gás sulfídrico e o efeito fito e fertiprotetor desse composto devido ao número de moléculas de H_2S produzidas (AZEVEDO, 2003).

A calda sulfocálcica é usada como fungicida protetor e erradicante nas regiões de clima temperado, visando eliminar fonte de inóculo em plantas, em fase de repouso vegetativo (ZAMBOLIM & VALE, 2002). Além do efeito fungicida, exerce ação sobre cochonilhas (AFONSO et al., 2007), ácaros e outros insetos sugadores, e ação contra musgos, líquens e algas (AZEVEDO, 2003).

Apesar do potencial fungicida, inseticida e acaricida da calda sulfocálcica, existem poucas informações técnicas disponíveis em relação às concentrações específicas a serem aplicadas no controle de doenças e pragas na cultura da acerola. Altas concentrações podem ser deletérias aos inimigos naturais presentes na planta e além da possibilidade de serem fitotóxicas às plantas.

Os produtores de acerola da região de Junqueirópolis/SP realizam aplicação da calda sulfocálcica na concentração de 2 a 4% de acordo com a idade das plantas. Na entressafra, de julho a setembro, são realizadas uma ou duas aplicações após a poda de manutenção ou condução, visando a desinfecção das plantas.

4.2.2. Calda Bordalesa

A calda bordalesa é uma suspensão coloidal de um precipitado gelatinoso azulado obtida pela mistura de uma solução de sulfato de cobre penta hidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), praticamente insolúvel em água, e suspensão de cal virgem (CaO) (AZEVEDO, 2003).

As propriedades antifúngicas do sulfato de cobre já eram conhecidas no século XIX (KIMATI, 1995). Prévost, em 1807, demonstrou as propriedades fungicidas do sulfato de cobre sobre a germinação de esporos de carvão dos cereais (ZAMBOLIM & VALE, 2002). Em 1842, tanto na França como na Inglaterra, iniciaram os trabalhos envolvendo a proteção de parte aérea das plantas com compostos de cobre (AZEVEDO, 2003).

Em 1882, os franceses Millardet e Gayon descobriram, acidentalmente, que a mistura de sulfato de cobre e cal hidratada, denominada calda bordalesa controlava eficientemente o míldio (*Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Curt. & de Toni) da videira (AZEVEDO, 2003), além de evitar coleta furtiva, pelo aspecto azulado conferido à folhagem (KIMATI, 1995). Em Bordeaux, na França, em 1882, um fazendeiro ao pulverizar as ruas de fora do seu vinhedo com uma mistura de sulfato de cobre e cal, para dar ao vinhedo uma aparência de venenoso, desencorajando moradores de pegar as uvas, observou que a aparência das ruas tratadas eram mais sadias que aquelas atrás delas, que mostravam o familiar sintoma do míldio (AZEVEDO, 2003).

A calda bordalesa foi introduzida nos Estados Unidos em 1885, e tornou-se fungicida padrão, usado no controle de doenças de videira, melão, batata, tomate, pepinos e outras culturas (ZAMBOLIM & VALE, 2002). A era do cobre durou cerca de 50 anos, até que os fungicidas orgânicos sintéticos invadiram o mercado, mas até hoje os fungicidas a base de cobre são bastante utilizados em muitos países. No Brasil destacam-se como uns dos mais utilizados, principalmente nas culturas olerícolas, citros, café e videira (AZEVEDO, 2003), devido à sua baixa toxidez aos animais e ao homem (KIMATI, 1995) e ao seu amplo espectro de ação no controle de doenças e pragas em diversas culturas (AZEVEDO, 2003).

A solução de sulfato de cobre penta hidratado é ligeiramente ácida, ao que se atribui a formação de pequenas quantidades de ácido sulfúrico por hidrólise, na presença do hidróxido de cálcio, este se combinará com o ácido livre, formando sulfato de cálcio (ZAMBOLIM & VALE, 2002).

As reações químicas que ocorrem na mistura de CuSO_4 e Ca(OH)_2 resultam como produto inicial o trioxissulfato de cobre ($\text{CuO} \cdot \text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que teria a mesma constituição do sulfato tribásico de cobre (AZEVEDO, 2003). Essa composição da calda recém-preparada altera-se com o tempo, razão porque é preciso aplicá-la logo após seu preparo (KIMATI, 1995).

A calda bordalesa é uma série de compostos em processo de transição, em vez de ser apenas um produto final bem definido, quando a calda é aplicada à planta, o hidrogel contém,

provavelmente, trióxossulfato de cobre com cal absorvida e sulfato de cálcio (AZEVEDO, 2003).

4.2.3. Calda Viçosa

A calda Viçosa é uma suspensão coloidal de cor azul celeste composta de elementos químicos formando complexos com a cal hidratada, desenvolvida pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa em 1975, para o controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. e Br.) do cafeeiro (ZAMBOLIM & VALE, 2002).

É uma calda bordalesa com adição de micronutrientes inorgânicos e orgânicos. As quantidades dos componentes deverão ser ajustados para cada cultura, em função das suas exigências, visto que esta calda, além de atuar como fungicida, supre deficiências minerais nas plantas (CRUZ FILHO & CHAVES, 1979).

A calda Viçosa é recomendada para o controle da verrugose (*Elsinoe fawcetti* Bitancourt & Jenkins), da rubelose (*Corticium salmonicolor* Berk. & Br), da melanose (*Diaporthe citri* Wolf), da queda prematura de frutos (*Colletotrichum acutatum* Simmons), da requeima e da gomose (*Phytophthora* spp.) dos citros e da ferrugem (*H. vastatrix*) do cafeeiro (AZEVEDO, 2003), com a vantagem de corrigir deficiências de cobre, zinco e boro na cultura (CRUZ FILHO & CHAVES, 1979). A calda Viçosa mostrou eficiência no controle de doenças da parte aérea em outras culturas, como em tomateiro (FERREIRA, 1998; ZAMBOLIM et al., 1990) e de ácaros fitófagos em várias culturas (PENTEADO, 2000).

4.3. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia – UNESP em Ilha Solteira, SP, no período de agosto a outubro de 2007. Todos os ensaios foram realizados duas vezes para garantir a repetibilidade dos dados, utilizando a média destes dados na análise estatística.

4.3.1. Preparo das caldas

4.3.1.1. Calda Sulfocálcica

A Calda Sulfocálcica utilizada no trabalho foi fornecida pela Associação Agrícola de Junqueirópolis/SP. A calda é comercializada pela Fertibom de Catanduva, SP, e é composta de 28% de enxofre, 8% de cálcio e micronutrientes (zinco, ferro, manganês, bário, magnésio, cobre e estrôncio), com densidade aparente de 27 a 30°Bé. Para avaliar a viabilidade dos esporos de *C. cassicola* produzidos sobre lesões em folhas de acerola tratadas com a calda sulfocálcica, utilizou-se a concentração de 3%, recomendada pela Associação Agrícola de Junqueirópolis. No ensaio *in vitro*, a calda foi avaliada nas concentrações de 3 e 75%.

4.3.1.2. Calda Bordalesa

Para preparar 100 litros de calda a 1% (1:1:100), foram utilizados 1 Kg de sulfato de cobre (25% de cobre), 1 Kg de cal virgem e 100 litros de água. O sulfato de cobre foi colocado em um saco de pano poroso deixado imerso em 50 litros de água até a total dissolução dos cristais. Em outro recipiente, a cal foi dissolvida em pequeno volume de água, à medida que a cal reagia acrescentava-se mais água até completar 50 litros. Em um terceiro recipiente de plástico, o leite de cal foi acrescentado à solução de sulfato de cobre, aos poucos, agitando fortemente com uma peça de madeira. A calda bordalesa a 1% foi avaliada na concentração de 75%.

4.3.1.3. Calda Viçosa

Para preparar 10 litros de calda, foram utilizados 50 g de sulfato de cobre (25% de cobre), 30 g de sulfato de zinco (21,5% de zinco), 40 g de sulfato de magnésio (16-17% MgO), 10 g de ácido bórico (17,5% de boro), 40 g de cloreto de potássio e 70 g de cal hidratada. Os fertilizantes

foram colocados em sacos de pano poroso, deixados imersos em 5 litros de água até total dissolução dos cristais. Em outro recipiente, a cal foi dissolvida em pequeno volume de água, à medida que a cal reagia acrescentava-se mais água até completar 5 litros. Misturou-se, aos poucos, a solução de sais ao leite de cal, agitando fortemente com uma peça de madeira. A concentração utilizada da calda Viçosa no trabalho foi de 75%.

4.3.2. Viabilidade de esporos de *Corynespora cassiicola* de lesões em folhas de acerola tratadas com caldas

Após o preparo das caldas, folhas de acerola com sintomas típicos da mancha alvo (Figura 1A), coletadas no mesmo dia, em pomar comercial de acerola cv. Olivier em Junqueirópolis, foram mergulhadas nas caldas sulfocálcica a 3%, bordalesa a 75%, Viçosa a 75% e tratamento testemunha (água), de acordo com recomendações de aplicação das caldas, e, em seguida dispostas em papel de filtro para secagem no ambiente por 24 horas (Figura 1B). Após a secagem, as folhas foram acondicionadas em placa de Petri com papel absorvente umedecido, formando câmara úmida, em condição de ambiente de laboratório por 24 horas, para estimular a produção de esporos nas lesões. Em seguida, as lesões foram observadas na superfície adaxial, sob microscópio estereoscópico, e com auxílio de estilete os esporos presentes foram transferidos para placas de Petri com meio de cultivo BDA ou para lâminas escavadas contendo água destilada, as quais foram acondicionadas em placas de Petri com papel absorvente umedecidos. Todas as placas de Petri foram mantidas em estufa incubadora a 25°C sob fotoperíodo de 12 horas, durante nove horas.

As avaliações foram realizadas por meio de avaliações do crescimento micelial nas placas de Petri + BDA, diariamente, durante sete dias observando-se a presença de colônia fúngica de *C. cassiicola* e contagem de 100 esporos em cada lâmina, separando os esporos em germinados e não germinados. Como esporo germinado considerou-se o esporo que apresentou tubo germinativo igual ou maior que sua largura. A partir dos dados obtidos, determinou-se a porcentagem de inibição da germinação de esporos (PIG) ou a porcentagem de inibição do crescimento micelial em relação às respectivas testemunhas.

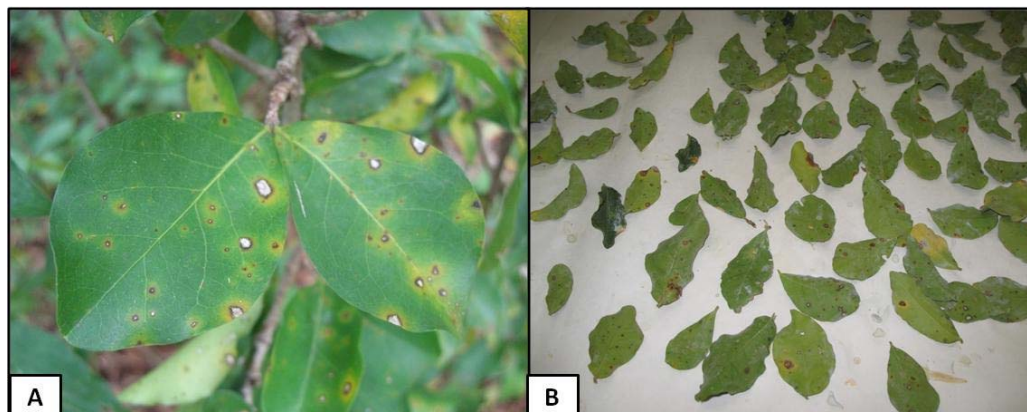


Figura 1. Folhas de acerola cv. Olivier com sintomas da mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) (A) e folhas doentes após a aplicação das caldas (B). Ilha Solteira, SP. 2007.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri ou uma lâmina escavada.

4.3.3. Efeito *in vitro* das caldas no crescimento micelial e na germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

O isolado de *C. cassiicola* utilizado foi obtido de folhas doentes de acerola do cultivar Olivier, naturalmente infectadas, coletadas em pomares comerciais no município de Junqueirópolis, SP. Realizou-se o isolamento direto do fungo para placa de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As colônias obtidas foram preservadas em frascos de vidro com água destilada esterelizada (CASTELLANI, 1939), os quais foram mantidos em refrigerador a 15°C.

Para avaliar o crescimento micelial, as caldas, nas concentrações mencionadas nos itens 4.3.1.1., 4.3.1.2. e 4.3.1.3., foram incorporadas ao meio de cultivo BDA fundente. Após adicionar as caldas no meio de cultura, realizou-se a agitação para homogeneização e este foi vertido em placas de Petri. Discos de 5 mm de diâmetro do meio de cultivo BDA, contendo micélio do fungo, foram depositados no centro das placas de Petri contendo BDA + a calda ou somente BDA para o tratamento testemunha. As placas foram incubadas em estufa incubadora a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por nove dias. A avaliação foi realizada medindo-se o diâmetro da colônia fúngica em dois sentidos perpendiculares. Em seguida foi determinada a Porcentagem de Inibição do Crescimento micelial (PIC) em relação à testemunha.

Para avaliar o efeito das caldas sobre a germinação de esporos de *C. cassicola*, foi preparada uma suspensão de esporos contendo 4×10^4 esporos/mL. Em lâminas escavadas foram colocados 50 μ L da suspensão de esporos e 50 μ L da calda de modo a obter a concentração desejada ou água destilada para testemunha. Estas lâminas foram acondicionadas em placas de Petri contendo papel toalha úmido e foram mantidas em estufa incubadora a 25°C, no escuro, por doze horas. Em seguida, foi colocada uma gota de lactofenol em cada lâmina para interromper a germinação dos esporos e realizou-se a avaliação. Esta consistiu na contagem, em microscópio óptico, de 100 esporos separando os esporos em germinados e não germinados. Depois foi calculada a PIG, descrito no item 4.3.4.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de cinco tratamentos, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri ou uma lâmina escavada.

4.4. Resultados e Discussão

4.4.1. Viabilidade de esporos de *Corynespora cassiicola* de lesões em folhas de acerola tratadas com caldas

Após a aplicação das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa nas folhas de acerola com lesões de mancha alvo, estas produziram esporos inviáveis. A germinação dos esporos e o crescimento micelial de *C. cassiicola* foram inibidos pela presença das caldas na superfície das folhas (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa na inibição do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*, após a aplicação em folhas de acerola cv. Olivier com sintomas da doença. Ilha Solteira, SP. 2007.

Tratamentos (concentração)	Porcentagem de Inibição	
	Crescimento micelial	Germinação de esporos
Calda sulfocálcica (3%)	100	100
Calda bordalesa a 1% (75%)	100	100
Calda Viçosa (75%)	100	100

A inviabilidade dos esporos de *C. cassiicola* devido a presença da calda na superfície das folhas doentes, contribuiu na diminuição do inóculo do patógeno na planta. Os produtores de acerola, ao utilizarem uma ou duas aplicações da calda sulfocálcica, no período da entressafra, estão contribuindo para a redução da sobrevivência do patógeno. Gonçalves et al. (2007) constataram o grande potencial das caldas bordalesa e Viçosa como fungicida alternativo no controle da requeima (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) em batata.

4.4.2. Efeito *in vitro* das caldas no crescimento micelial e na germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

Incorporadas ao meio de cultivo BDA, apenas a calda sulfocálcica a 75% inibiu completamente o crescimento micelial do patógeno (Tabela 2) diferindo significativamente dos demais tratamentos. A calda bordalesa proporcionou 74% de inibição do crescimento micelial. Segundo Carvalho (2007), as caldas bordalesa e sulfocálcica apresentaram os melhores resultados no controle da mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) do

feijoeiro, além do fornecimento de macro e micronutrientes fornecidos pelas caldas, contribuindo na produção da cultura.

Tabela 2. Efeito *in vitro* das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa nas inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2007.

Tratamentos (concentração)	Porcentagem de Inibição	
	Crescimento micelial	Germinação de esporos
Calda sulfocálcica (3%)	57 c*	100
Calda sulfocálcica (75%)	100 a	100
Calda bordalesa a 1% (75%)	74 b	100
Calda Viçosa (75%)	44 d	100
CV	1,28	-

* Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem significativamente, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As caldas avaliadas apresentaram ação direta sobre as estruturas reprodutivas do fungo, proporcionando 100% de inibição da germinação de esporos de *C. cassiicola in vitro* (Tabela 2) e em folhas de acerola (Tabela 1). Com isso, a aplicação da calda sulfocálcica no inverno, por produtores de acerola, irá contribuir na redução de fontes de inóculo do patógeno, podendo ser uma alternativa para os produtores no manejo da doença.

4.5. Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- A presença das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa na superfície da folha de acerola e *in vitro* afetam 100% a viabilidade dos esporos de *C. cassiicola*;
- A calca sulfocálcica a 75% inibiu completamente o crescimento micelial de *C. cassiicola* tanto de esporos provenientes de folhas tratadas quanto de disco de micélio transferido para o meio BDA com a calda;

Referências

AFONSO, A.P.S.; FARIA, J.L.C.; BOTTON, M.; ZANARDI, O.Z. Avaliação da calda sulfocálcica e do óleo mineral no controle da cochonilha-parda *Parthenolecanium persicae* (Hemiptera: Coccidae) na cultura da videira. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.74, n.2, p.167-169, 2007.

ABBOTT, C.E. The toxic gases of lime-sulfur. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.38, p. 618-620, 1945.

AZEVEDO, L.A.S. **Fungicidas protetores: fundamentos para uso racional**. Campinas: EMOPI Gráfica Editora, 2003. 319p.

CARVALHO, W.P. **Embrapa cerrados ensina a combater mancha-angular em feijão orgânico**. 2007. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jan. 2009.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine Hygiene**, Northbrook, v.42, p.225, 1939.

CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M. **Antibióticos, fungicidas e nematicidas empregados no controle de doenças das plantas**. Viçosa: Centro de Ensino e Extensão da UFV, 1979. 257p.

FERREIRA, G.S. **Efeito da calda Viçosa na nutrição do feijoeiro e no controle da mancha-angular**. 1998. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

GONÇALVES, M.M.; GOMES, C.B.; MEDEIROS, C.A.B. Efeito de diferentes caldas e biofertilizantes no controle de requeima (*Phytophthora infestans*) em batata (*Solanum tuberosum* L.) sob cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.1398-1401, 2007.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1995. v.1, p.761-785.

PENTEADO, S.R. **Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa**. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora, 2000. 95p.

POLITO, W. Calda sulfocálcica, bordalesa e Viçosa. Os fertiprotetores no contexto da trofobiose. **Agroecologia**, São Paulo, Pt. 2, p.20-21, 2000.

VENZON, M.; ROSADO, MC.; PINTO, C.M.F.; DUARTE, V.S.; EUZÉBIO, D.E.; PALLINI, A. Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro branco em pimenta “Malagueta”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, p.224-227, 2006.

WEINGÄRTNER, M.A.; ALDRIGHI, C.F.S.; PERERA, A.F. **Práticas agroecológicas: caldas e biofertilizantes**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 22p.

ZAMBOLIM L.; CRUZ FILHO, J.; VALE, F.X.R.; CAHVES, G.M. **Emprego da calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum*) para controle de doenças da parte aérea**. Viçosa: UFV, 1990. 7p. (Informe Técnico, 66).

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. **Fungicidas de contato: controle de doenças de plantas**. Brasília: ABEAS, 2002. 138p.

5. EFEITO *IN VITRO* DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE *Corynespora cassiicola* E NO CONTROLE DA MANCHA ALVO DA ACEROLA NO CAMPO

Resumo

Na região de Junqueirópolis, SP, a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola, causando intensa desfolha. Devido às dificuldades para a adequação de produtos químicos para uso nesta cultura, foram avaliados os produtos químicos tebuconazole, carbendazim, epoxiconazole + pyraclostrobim, Cloreto dodecil dimetil amônio, Fertisil, Supa-potássio[®], Nutriphite P + K, Acibenzolar-S-metil e Ecolife[®] sobre *C. cassiicola in vitro* e no controle da mancha alvo no campo. No teste de avaliação da fungitoxicidade *in vitro*, foi determinado o efeito dos produtos sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos. Nos testes *in vitro* também foram avaliadas concentrações crescentes do ingrediente ativo. No campo, realizaram-se quatro pulverizações em intervalo quinzenal, avaliando-se a incidência e a severidade da doença. Foi constatado *in vitro* que tebuconazole, carbendazim, epoxiconazol + pyraclostrobin, Cloreto dodecil dimetil amônio, Nutriphite P + K e Ecolife[®] apresentaram efeito fungitóxico sobre *C. cassiicola*. No campo, apenas carbendazim proporcionou menor incidência e severidade da mancha alvo, controlando a doença satisfatoriamente.

Palavras-chave: Indutor de resistência, controle químico, *Malpighia emarginata*, triazol, estrubilurina, benzimidazol.

Effect *in vitro* of chemical products on *Corynespora cassiicola* and in the control in field of target spot of barbados cherry

Abstract

The target spot (*Corynespora cassiicola*), main leaf disease occurred in barbados cherry in the region of Junqueirópolis, SP, causing severe defoliates of plants. Due to difficulties for adaptation of chemical products for use in barbados cherry, the chemical products tebuconazol, carbendazin, epoxiconazol + pyraclostrobin, didecyl dimethyl ammonium chloride, Fertisil, Supa-potássio®, Nutriphite P + K, Acibenzolar-S-methyl and Ecolife® was analyzed on *C. cassiicola in vitro* and in the control in field of target leaf spot. The fungitoxic effect of the products on mycelia growth and spores germination was determined *in vitro*. *In vitro* was evaluated increasing active ingredient concentrations. In field, four sprayings every fifteen days, being evaluated the incidence and the severity of disease. The fungitoxic effect of tebuconazol, carbendazin, epoxiconazol + pyraclostrobin, didecyl dimethyl ammonium chloride, Nutriphite P + K and Ecolife® on *C. cassiicola in vitro* was verified. In field, cabendazin provided lower incidence and severity of target spot, showed satisfactory control of disease.

Key words: Chemical control, *Malpighia emarginata*, triazol, strubilurin, benzimidazol.

5.1. Introdução

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola na região de Junqueirópolis, no Estado de São Paulo. Constatada em 2001, nesta região, a mancha alvo ocorre com frequência e causa severa desfolha das plantas. A doença manifesta-se apenas nas folhas, causando inicialmente pequenos pontos cloróticos que evoluem para lesões necróticas maiores com halos cloróticos, seguido de queda precoce das folhas (PAPA, 2005).

Na cultura da acerola, as colheitas são realizadas durante oito meses do ano, na primavera e no verão. Em produção plena, a colheita é realizada de duas a três vezes por semana podendo até ser feita diariamente. Da florada até os frutos no ponto de serem colhidos são cerca de 21 dias. Devido à desuniformidade na floração, pode-se encontrar flores e frutos em diversos estádios de desenvolvimento em um mesmo ramo. Além dos cuidados com o resíduo dos produtos a serem utilizados, não há fungicidas registrados para uso na cultura. Existem dificuldades para a adequação de produtos químicos para uso nesta cultura.

Em face da indisponibilidade de fungicidas registrados e cultivares com resistência, produtos químicos e/ou outras alternativas de controle devem ser pesquisados neste patossistema. Nesse contexto, a resistência sistêmica adquirida pode ser uma alternativa viável no controle da mancha alvo. A resistência sistêmica adquirida resulta da ativação do sistema de defesa da planta, por elicitores bióticos e abióticos, com a expressão de mecanismos relacionados com a produção de substâncias tóxicas ao patógeno e/ou formação de barreiras estruturais que restringem a colonização dos tecidos (KUC, 2001). O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito *in vitro* de produtos químicos (fungicidas, fertilizantes foliares e indutores de resistência) sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola*, assim como o efeito desses produtos na incidência e na severidade da mancha alvo, em pomar comercial de acerola.

5.2. Revisão bibliográfica

5.2.1. Epidemiologia

Segundo Kranz (1974), a epidemiologia é o estudo de populações de patógeno em populações de hospedeiro e da doença resultante desta interação, sob a influência do ambiente e da interferência humana. Epidemiologia é essencialmente uma ciência de campo, ensaios de laboratório podem ser considerados como estudos epidemiológicos somente se forem montados com o objetivo de explicar o que acontece no campo (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

A epidemiologia, como a maioria das ciências, apresenta duas faces distintas, a face acadêmica visando à melhor compreensão da estrutura e do comportamento das doenças no campo e a face aplicada, baseando-se na face acadêmica, visando a otimização do controle de doenças (BERGAMIN FILHO, 1995). As doenças de plantas são importantes porque causam danos às culturas e, em consequência, perdas monetárias, afetando, de alguma forma, a vida dos homens (VALE et al., 2004).

Para conseguir um controle econômico de doenças não é necessário eliminá-las, o que é impossível. As doenças de plantas são parte da natureza e é função do epidemiologista encontrar um ponto de equilíbrio entre nível de doença e medidas de controle (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Ao epidemiologista cabe escolher, dentre as diversas armas e táticas disponíveis, aquelas mais adequadas para cada situação, recomendar o momento, a intensidade e o número de vezes que uma determinada medida deve ser aplicada e definir a estratégia a ser empregada (VANDERPLANK, 1963).

Na natureza, as plantas desenvolveram, com a finalidade de sobreviver, grande número de mecanismos contra os fitoparasitas, principalmente baseados na evasão que opera antes que o contato parasítico entre o hospedeiro e o patógeno seja estabelecido, reduzindo a frequência da infecção na resistência ou tolerância, que após esse contato ser estabelecido o hospedeiro possa resistir ao parasita ou tolerar sua presença sofrendo pouco dano (VALE et al., 2004).

Cada interação hospedeiro-patógeno pode ser encarada como uma luta entre dois organismos pela sobrevivência, em que o patógeno lança mão de suas armas químicas para atacar o hospedeiro em potencial e o hospedeiro procura se defender do patógeno pelos mecanismos estruturais e/ou bioquímicos (PASCHOLATI & LEITE, 1995).

5.2.2. Indução de resistência no controle de fitopatógenos

Segundo Pascholati & Leite (1995), a resistência de um hospedeiro, dentro do contexto da fisiologia do parasitismo, pode ser definida como a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e/ou a subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos, podendo se defender passivamente pelos mecanismos de resistência presentes nas plantas antes do contato com os patógenos, denominados pré-formados e ativamente, pelos mecanismos de resistência produzidos ou ativados em resposta à presença dos patógenos, denominados pós-formados.

A resistência induzida consiste no aumento do nível de resistência por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta (STADNIK, 2000), ocorrendo de maneira não-específica, por meio da ativação de genes que codificam para diversas respostas de defesa (BONALDO et al., 2005). Qualquer composto ou fator capaz de ativar mecanismos de defesa da planta é denominado agente indutor, e a molécula presente em um indutor responsável diretamente pela ativação dos mecanismos de defesa é denominado eliciador (BONALDO et al., 2005).

A indução de resistência pode ocorrer em condições controladas e no campo, além de exibir vantagens como: efetividade contra vírus, bactérias, fungos e nematóides; estabilidade devido à ação de diferentes mecanismos de resistência; caráter sistêmico, persistente e natural da proteção; transmissão por enxertia; economia de energia metabólica e utilização do potencial genético para resistência em todas as plantas suscetíveis (PASCHOLATI, 2002). A desvantagem é uma resistência parcial, incompleta e que pode requerer reativações temporárias, porém, por ser parcial e inespecífica, a resistência induzida não impõe pressão de seleção sobre o patógeno, dificultando, assim, a quebra de resistência (SILVA & RESENDE, 2001).

A resistência de plantas contra doenças está associada a um conjunto de respostas de defesa ativadas pelo hospedeiro após o contato com agentes patogênicos, que depende da eficiência do hospedeiro em reconhecer a presença de patógenos pelos mecanismos de percepção e transdução de sinais, ocorrendo a ativação de fatores de transcrição no núcleo da célula vegetal, com a expressão subsequente de genes de defesa (GUZZO, 2004).

Segundo Kessmann et al. (1994), o primeiro relato de indução de resistência foi descrito por Ray & Beauverie em 1901, os quais obtiveram indução de resistência em begônia pelo uso de esporos atenuados de *Botrytis cinerea* Pers. & F. e relacionaram a indução com as condições ambientais de cultivo, porém trinta anos mais tarde, Carbonne & Kalaljev confirmaram esse estudo e mostraram que a resistência sistêmica adquirida depende da condição do hospedeiro.

Chester (1933) observou inicialmente que plantas, normalmente suscetíveis, podiam adquirir resistência contra doenças após uma infecção primária, causada por patógenos ou após o tratamento com formas atenuadas de agentes patogênicos. Em 1940, Müller & Borger relataram que os tubérculos de batatas inoculados com uma raça avirulenta de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary e inoculados, após 24 horas, com uma raça virulenta apresentaram proteção, caracterizando a resistência sistêmica adquirida, como uma reação de hipersensibilidade e acúmulo de fitoalexinas (GOODMAN et al., 1986).

Somente em 1961, a resistência induzida foi alvo de análise mais detalhada, com a pré-inoculação de plantas de fumo com o *Tobacco mosaic virus* (TMV – vírus do mosaico do fumo), conferindo proteção contra outro vírus (ROSS, 1961). Resultando na concepção do termo ‘resistência sistêmica adquirida’ (RSA ou SAR – *systemic acquired resistance*), designando respostas de defesa induzidas de forma sistêmica pela interação com fatores externos, como radiação ultravioleta, produtos químicos e estruturas de microrganismos (RYALS et al., 1996).

A ativação das defesas das plantas pode ocorrer a partir de elicitação por compostos presentes em extratos de plantas, preparações de leveduras, exopolissacarídeos bacterianos, rizobactérias promotoras de crescimento, fungos promotores de crescimento, raças não virulentas do patógeno, próprio patógeno inativo pelo calor, e elicitores químicos ou físicos como silício, ácido salicílico, acibenzolar-s-metil, fosfato de potássio, quitosana, ácido D-L-aminobutírico, ácido jasmônico, ácidos graxos, sacarina ou luz em comprimento de onda específico (KUHN et al., 2006).

De acordo com diversos trabalhos, três etapas importantes no mecanismo de ativação de SAR podem ser identificadas: a iniciação, que ocorre após o reconhecimento do patógeno pela planta e resulta na indução de uma série de eventos que frequentemente são caracterizados pela ocorrência de necrose; a transmissão de sinais que, após a iniciação, a SAR é induzida em órgãos não afetados de plantas por um sinal liberado após a infecção patogênica que se move pelo floema e a expressão gênica, em que a resistência é mantida durante diversos dias, pela expressão coordenada de um conjunto de genes que codificam proteínas relacionadas a patogênese, algumas das quais se postula que possuem ação antimicrobiana (MORAES, 1998).

Segundo Ryals et al. (1996), para ser considerado um ativador de resistência sistêmica adquirida, o indutor deve satisfazer três características: deve induzir resistência contra o mesmo espectro de patógenos que a resistência sistêmica adquirida ativada biologicamente, o composto ou seus metabólitos não deve exibir atividade antimicrobiana direta e deve ocorrer indução dos mesmos mecanismos bioquímicos observados após a indução da resistência sistêmica adquirida

por patógenos. Diversos compostos químicos foram identificados como potentes ativadores de resistência. Entretanto, em determinadas concentrações, podem atuar diretamente sobre o fitopatógeno, contrariando um dos critérios de um indutor de SAR.

5.2.3. Indutores abióticos de resistência na proteção vegetal

Devido à busca de alimentos saudáveis, em especial aqueles cultivados na ausência de produtos químicos, a indução de resistência é uma alternativa no manejo de doenças, cujo processo envolve a ativação de mecanismos latentes de resistência, por meio de tratamentos com agentes eliciadores (PASCHOLATI & LEITE, 1995). Vários agentes podem induzir a produção de “sinais” no vegetal, permitindo reações que culminarão em proteção duradoura contra uma ampla gama de fitopatógenos (RESENDE et al., 2002).

A resistência sistêmica adquirida ocorre a partir da percepção, pela planta, da presença do indutor, quando moléculas do agente indutor ligam-se às moléculas receptoras situadas, provavelmente, na membrana plasmática da célula vegetal, resultando na ativação de mecanismos de defesa, a exemplo da síntese de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas-RP) e fitoalexinas (SOBRINHO et al., 2005). Algumas dessas proteínas-PR foram identificadas, como as enzimas β -1,3 glucanase e quitinase, com ação de degradação de paredes celulares, principalmente de fungos (DARVILL & ALBERSHEIM, 1984).

Em 1996, um éster S-metil do ácido benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotióico (Acibenzolar-S-Metil, ASM), conhecido por Bion, BTH ou CGA 245704, foi produzido e liberado comercialmente na Alemanha, como o primeiro ativador de defesa vegetal (GÖRLACH et al., 1996), visando indução de resistência sistêmica em plantas.

Os produtos químicos ASM, Ecolife[®], Nutriphite P + K, Fertisil e Supa-potássio[®] foram utilizados neste trabalho, pois segundo Sobrinho et al. (2005), produtos como estes representam uma nova geração de defensivos agrícolas, com grandes possibilidades de emprego em um programa racional e eficiente de manejo de doenças de plantas.

O acibenzolar-S-metil (ASM), derivado benzotiadiazólico, é considerado um indutor de resistência em diferentes culturas como o fumo contra vírus do mosaico do fumo, *Cercospora nicotianae* Ellis & Everh., *Phytophthora parasitica* Dastur, *Erwinia carotovora* (Jones) Holland e *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (Wolf & Foster) Yong, Dye & Wilkie (FRIEDRICH et al., 1996), o trigo contra *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* E. Marchal (GÖRLACH et al., 1996), o pimentão contra infecções bacterianas (ROMERO et al., 2001), o tomate contra *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge) Väterin, Hoste, Kersters & Swings (SILVA, 2002) e outras culturas. No

Brasil, o ASM foi registrado junto ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, sob o nome comercial Bion® pela Syngenta, para proteção contra doenças em algodoeiro, batata, cacaueteiro, citros, feijoeiro, melão e tomateiro (AGROFIT, 2009).

O Ecolife® é uma formulação comercial constituída de diversos compostos orgânicos (bioflavonóides cítricos, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido láctico, ácidos graxos e açúcares), obtido industrialmente por extração e/ou fermentação de um substrato orgânico derivado de plantas cítricas (SOBRINHO et al., 2005). Esta biomassa cítrica tem se mostrado eficaz na proteção de algumas culturas como tomate contra *X. vesicatoria* (CAVALCANTI et al., 2006), soja e sorgo contra *Colletotrichum lagenarium* (Pass) Penz. & Sacc. e *Fusarium semitectum* Berk. & Rav. (MOTOYAMA et al., 2003), cafeeiro contra manchas foliares (SANTOS et al., 2007), sigatoka negra em bananeira (GASPAROTO & PEREIRA, 2002), podridões de pós-colheita em banana (LICHTEMBERG, 2001), na inibição da germinação dos conídios de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet *in vitro* e na erradicação dos conídios do patógeno aderidos à casca dos frutos da bananeira (HANADA et al., 2004). O Ecolife® apresenta mecanismos de ação multiforme, dos quais a indução de resistência, devido ao aumento da síntese de fitoalexinas, parece ser um dos mais importantes. Suas substâncias promovem o equilíbrio das funções metabólicas das plantas, sincronizando respostas positivas como equilíbrio metabólico direcionado, que auxilia na prevenção de doenças, na regulação do crescimento vegetativo e dos processos reprodutivos, além de atuar de forma significativa na melhora da qualidade dos frutos pós-colheita (ROSA et al., 2007).

O fosfito de potássio Nutriphite P + K, segundo Dercks & Creasy (1989), pode estimular a formação de fitoalexinas, uma substância natural de auto defesa da planta, protegendo-a contra patógenos. Os fosfitos são compostos originados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3), por uma base que pode ser hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio entre outros, sendo o mais utilizado, o hidróxido de potássio, formando o fosfito de potássio (REUVENI, 1997). Estes compostos também possuem efeito fungicida, atuando diretamente sobre o fungo (FENN & COFFEY, 1984), além de ser utilizado como fertilizante (LOVATT, 1990). Segundo Guest & Grant (1991), o fosfito de potássio inibe o crescimento dos esporos dos fungos, agindo como uma toxina direta sobre o patógeno, podendo ser eficiente para controlar várias espécies de *Phytophthora*. Ribeiro Júnior et al. (2006), relataram o efeito fungitóxico do fosfito de potássio, inibindo a germinação de conídios de *Verticillium dahliae* Kleb do cacaueteiro.

O fosfito de potássio é utilizado no manejo de doenças de plantas, inclusive em espécies arbóreas, sendo indicado no controle de oomycetos como *Phytophthora* spp. e *Phytophthora* spp. e de

fungos causadores de podridões do colo, raiz, tronco e frutos (McDONALD et al., 2001). Sais de fosfito também estão sendo usados com sucesso no controle de doenças como míldio em crucíferas, de maneira dependente da dose utilizada (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006)

Os silicatos de potássio Fertisil e Supa-potássio[®] são fertilizante foliares a base de silício. O silício ainda é um elemento pouco conhecido e experimentado na agricultura, porém novos estudos estão demonstrando vários efeitos benéficos da aplicação desse nutriente. Segundo Epstein & Bloom (2006), o silício auxilia no controle de doenças pelo mecanismo físico, na deposição de sílica na superfície, dificultando o processo de infecção do fitopatógeno e pelo mecanismo bioquímico, no acúmulo de compostos naturais de defesa, como os compostos fenólicos. O fosfito de potássio tem-se mostrado eficiente no controle do míldio em pepino, abóbora e melão (MENZIES et al., 1992).

O silicato de potássio foi eficiente na redução da severidade do míldio (*P. viticola*) da videira, reduzindo o número de colônias do patógeno, devido a uma barreira formada pela polimerização do silicato na superfície foliar que impede a adesão dos propágulos do patógeno. Além disso, o movimento lateral do silício e sua deposição dentro da folha impediriam a penetração do patógeno nos tecidos da planta (BOWEN et al., 1992). O silicato de potássio foi eficiente na redução da incidência do oídio e da antracnose e da severidade do oídio em pepino (GAMA, 2003), na incidência da antracnose do feijoeiro (DUTRA et al., 2004), da bruzone do arroz (BUCK, 2006). Segundo Rafi et al. (1997), o suprimento de silício confere às plantas uma maior capacidade biológica em resistir às adversidades do meio, tanto biótica quanto abiótica, principalmente em se tratando da cultura do arroz.

5.2.4. Fungicidas na proteção vegetal

O controle químico de doenças de plantas é, em muitos casos, a única medida eficiente e economicamente viável de garantir as altas produtividade e qualidade de produção, visadas pela agricultura moderna, pois variedades de plantas cultivadas, interessantes pelo bom desempenho agrônomo e pela preferência dos consumidores, geralmente aliam uma certa vulnerabilidade a agentes fitopatogênicos (KIMATI, 1995). Uma vez que o controle químico, de uso relativamente fácil se comparado aos outros métodos, frequentemente propicia resultados rápidos e efetivos, tornou-se prática comum em todo mundo.

O tebuconazole é um fungicida orgânico do grupo dos triazóis com capacidade sistêmica, ação preventiva e curativa no combate de diversas doenças. Atua como inibidor da biossíntese do ergosterol, afetando a permeabilidade da membrana celular e, conseqüentemente, o

desenvolvimento do micélio do fungo (KIMATI, 1995). Apresenta ação protetora devido a ação tóxica exercida sobre a germinação dos esporos e formação do tubo germinativo e no apressório. A ação curativa deve-se a inibição do desenvolvimento do haustório e/ou crescimento micelial no interior dos tecidos da planta pela presença do fungicida (FORCELINI, 1994). O tebuconazole apresenta elevada fungitoxicidade a inúmeros fitopatógenos, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais permitindo boa distribuição na planta, ação curativa sobre infecções já iniciadas, efeito residual prolongado possibilitando o uso de doses reduzidas e instabilidade dos fungos resistentes (FORCELINI, 1994). Este apresentou eficiência *in vitro* sobre *C. cassiicola* do pepino (TERAMOTO et al., 2004), oídio da soja (BLUM et al., 2002), *Cylindrocladium candelabrum* Viégas (FERREIRA et al., 2006) e *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. (TAVARES & SOUZA, 2005).

O epoxiconazole + pyraclostrobim apresenta duplo modo de ação. O ingrediente ativo epoxiconazole, pertence ao grupo dos triazóis, atua como inibidor da biossíntese do ergosterol, o qual é um constituinte da membrana celular dos fungos, afetando o desenvolvimento do micélio (FORCELINI, 1994). E o ingrediente ativo pyraclostrobim é um fungicida do grupo das estrobirulinas, age inibindo a respiração mitocondrial, pelo bloqueio da transferência de elétrons no complexo III (complexo bc1) da corrente transportadora de elétrons mitocondrial, para suprimento de energia essencial nos processos metabólicos dos fungos (VENANCIO et al., 2004). Este apresenta ação preventiva devido a sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos, e pode apresentar ação curativa e erradicante devido a ação sistêmica do ingrediente ativo epoxiconazole (AGROFIT, 2009). O pyraclostrobim também proporciona aumento da atividade da redutase do nitrato que catalisa o nitrogênio aumentando a biomassa e produtividade da planta. Este fungicida também mostrou inibição na biossíntese de etileno pela redução da atividade de 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC)-sintase. Com isso, prolonga a atividade fotossintética dos tecidos verdes, o que resulta em retenção foliar e atraso na senescência de folhas e folhas mais verdes (VENANCIO et al., 2004). Ferreira et al. (2006) relataram a eficiência do epoxiconazole + pyraclostrobim no controle de *C. candelabrum* em eucalipto.

O fungicida sistêmico carbendazim pertence ao grupo dos benzimidazóis, apresenta ação profilática e curativa, com amplo espectro de ação contra fungos da classe dos ascomicetos, deuteromicetos e basidiomicetos (PICININI, 1994). Carbendazim constitui o ingrediente ativo mais utilizado do grupo dos fungicidas benzimidazóis (BOUDINA et al., 2003). O carbendazim atua na interferência do crescimento do fungo (PICININI, 1994), pela inibição de proteínas

específicas, chamadas de α e β tubulinas (DAVIDSE, 1988), que mediante polimerização constituem os microtúbulos (LEROUX, 2003). Como resultado, as células não se dividem e passam a ser multinucleadas, levando o fungo à morte. O carbendazim é bastante seguro, apresentando a vantagem de ser um produto praticamente atóxico para abelhas e peixes (PICININI, 1994). É registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para o controle de doenças nas culturas do algodoeiro, citros, feijoeiro, soja e trigo (AGROFIT, 2009).

O fungicida e bactericida Dodecyl Dimethyl Ammonium Chloride (DDAC), é um cátion surfactante do composto de amônia quaternária (GRAY et al., 2005). Utilizado na lavagem de frutas e hortaliças, com a finalidade de reduzir o desenvolvimento de patógenos na pré e pós-colheita. Compostos de amônio quaternário, como DDAC, são geralmente considerados desinfetantes com rápida ação e ativos em baixas concentrações (TANNER, 1989). Segundo Nel et al. (2007), o DDAC é um esterelizante relativamente barato, não tóxico, não corrosivo e não agride o ambiente. O DDAC foi eficiente sobre conídios de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F.Smith) Snyder and Hansen (NEL et al. (2007) e no controle do desenvolvimento de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc (NASCIMENTO & AZEVEDO, 2006). Este produto vem sendo utilizado, em pulverização na cultura da uva no controle da podridão cinzenta (*Botrytis cinérea* Pers. & F.), por produtores de Junqueirópolis (Edson Takanori Kawano, Informação Pessoal).

5.3. Material e Métodos

Os ensaios *in vitro* foram desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Faculdade de Engenharia – UNESP em Ilha Solteira, SP. O ensaio *in vivo* foi instalado em pomar comercial de acerola no município de Junqueirópolis, SP. As características técnicas dos produtos avaliados nos ensaios encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características técnicas dos produtos avaliados. Ilha Solteira, SP. 2008.

Produto Comercial (p.c.)	Ingrediente Ativo (i.a.)	% do i.a.	Classe ¹	Dose ² (p.c./100L)
Folicur 200 CE	Tebuconazole	20	F	100 mL
Derosal 500 SC	Carbendazim	50	F	100 mL
Opera	Epoxiconazole + Pyraclostrobim	5 + 13,3	F	55 mL
Sporekill	Cloreto dodecil dimetil amônio (DDAC)	12	F+B	100 mL
Fertilil	Óxido de potássio + Silício	15 + 2	FF	220 mL
Supa-potássio®	Óxido de potássio + Silício	24,13 + 9,02	FF	220 mL
Nutriphite P+K	Óxido de potássio + Ácido fosforoso	28 + 26	IR	220 mL
Bion 500 WG	Acibenzolar-S-metílico (ASM)	50	IR	20 g
Ecolife®	Bioflavonóides + fitoalexinas cítricos + Ácido ascórbico (Vit.C) + Ácido láctico + Ácido cítrico	0,17 0,17 0,09 + 0,13	IR	200 mL

¹F (fungicida), F+B (fungicida e bactericida), FF (fertilizante foliar), IR (indutor de resistência).

²Dose utilizada, a qual é recomendada para outras culturas.

5.3.1. Efeito *in vitro* de produtos químicos sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

O isolado de *C. cassiicola* foi obtido de folhas doentes de acerola da cultivar Olivier, coletadas em pomares comerciais no município de Junqueirópolis, SP. Realizou-se o isolamento direto do fungo para placa de Petri contendo meio de cultura de Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As colônias foram preservadas em frascos de vidro contendo água destilada esterilizada (CASTELLANI, 1939), os quais foram mantidos em refrigerador a 15°C.

Foi avaliado o efeito dos produtos e doses, apresentados na Tabela 1, sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola*. Para obtenção de discos de meio de cultura + crescimento fúngico, *C. cassiicola* foi cultivado em placas de Petri contendo BDA durante cinco dias, a temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. No meio de cultura BDA fundente foi acrescentado o

produto ou água destilada esterelizada, para o tratamento testemunha. Em seguida realizou-se a agitação, para homogeneização dos mesmos e estes foram vertidos em placas de Petri. Após a solidificação do meio de cultura, discos de cinco milímetros de diâmetro foram retirados dos bordos da colônia do fungo e colocados no centro das placas de Petri com BDA + o produto. As placas foram mantidas em estufa incubadora a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por cinco dias. A avaliação consistiu na determinação do diâmetro da colônia fúngica. Com esses dados foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) de *C. cassiicola* para cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

A partir de colônias de *C. cassiicola* com cinco dias de idade preparou-se uma suspensão contendo 4×10^4 esporos/mL. Em cada célula de placa de Elisa (“enzyme-linked immunosorbent assay”) foram colocados 50 µL da suspensão de esporos e 50 µL do produto (Tabela 1), de modo a obter a concentração desejada. O tratamento testemunha consistiu da suspensão de esporos mais água destilada. A placa de Elisa foi mantida em estufa incubadora a 25°C no escuro. Após 10 horas, foi adicionada uma gota de lactofenol em cada célula com a finalidade de paralisar a germinação dos esporos. Em seguida realizou-se, em microscópio ótico, a contagem de 100 esporos em cada célula, separando-os em germinados e não germinados. Considerou-se como esporo germinado aquele que apresentou tubo germinativo igual ou maior que a sua largura, obtendo a porcentagem de esporos germinados em cada tratamento. Em seguida foi calculada a porcentagem de inibição da germinação de esporos (PIG) de *C. cassiicola*, de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de 10 tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri ou duas células da placa de Elisa. Os ensaios foram realizados duas vezes para garantir a repetibilidade dos dados, utilizando a média destes dados na análise estatística. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, comparando-se as médias pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5.3.2. Concentração efetiva de produtos químicos para inibição de 50% do crescimento micelial e dose letal de produtos químicos para inibição de 50% da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* in vitro

Para determinação da concentração efetiva para inibição de 50% do crescimento micelial (CE_{50}) e da dose letal para inibição de 50% da germinação de esporos (DL_{50}) de *C. cassiicola*, os

produtos químicos e as concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) avaliadas foram: fertilisil, supa-potássio[®], Nutriphite e Ecolife[®] (1; 10; 100 e 1000), carbendazim e acibenzolar-S-metil (0,5; 5; 50 e 500), tebuconazole (0,2; 2; 20 e 200), DDAC (0,12; 1,2; 12 e 120) e epoxiconazole (0,05; 0,5; 5 e 50) + pyraclostrobim (0,133; 1,33; 13,3 e 133).

A CE_{50} foi determinada por meio de discos de meio de cultura com crescimento fúngico obtidos de modo semelhante ao utilizado no item 5.3.1. Estes discos foram transferidos para placas contendo BDA + o produto ou água, para o tratamento testemunha. As placas foram incubadas a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por cinco dias. A avaliação consistiu na determinação do diâmetro da colônia fúngica. Em seguida foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) de *C. cassiicola* para cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

A DL_{50} foi determinada utilizando-se uma suspensão de esporos preparada como no item 5.3.1. Em cada célula de placa de Elisa foram colocados 50 μL da suspensão de esporos e 50 μL do produto ou água destilada para a testemunha. As placas foram mantidas a 25°C no escuro. Após 10 horas, foi adicionada uma gota de lactofenol em cada célula com a finalidade de paralisar a germinação dos esporos. A avaliação consistiu na determinação da porcentagem de esporos germinados em 100 esporos de cada célula da placa de Elisa. Considerou-se como esporo germinado aquele que apresentou tubo germinativo igual ou maior que a sua largura. Posteriormente, foi determinada a porcentagem de inibição da germinação de esporos (PIG) de *C. cassiicola* de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 37 tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma placa de Petri ou duas células da placa de Elisa. Os ensaios foram realizados duas vezes para garantir a repetibilidade dos dados, utilizando a média destes dados na análise estatística. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As variáveis significativas no teste F da análise de variância foram submetidas à análise de regressão, com o auxílio do programa Microsoft Excel.

5.3.3. Controle químico da mancha alvo da acerola no campo

O experimento foi conduzido em pomar comercial de acerola com dez anos de idade e com histórico de doença, na propriedade do Senhor Francisco Adriano, sítio Nossa Senhora Aparecida, localizado no município de Junqueirópolis, SP, no período de fevereiro a julho de 2008.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa: subtropical úmido, com inverno seco e ameno, e verão quente e chuvoso (HERREIRA et al., 1997). A temperatura oscila entre a máxima de 38°C, mínima de 14°C e média de 24°C, com predominância de ventos do quadrante sul. As precipitações pluviométricas estão em torno de 1400 milímetros anuais, com poucas variações. O solo da área experimental pertence à classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico com horizonte A moderado, textura arenosa e relevo suave ondulado (OLIVEIRA, 1999).

Durante o período de condução do experimento, todas as plantas receberam os tratamentos culturais normalmente utilizados para a cultura da acerola. As exigências nutricionais das plantas foram supridas pela adubação via solo e foliar.

Os produtos e as doses dos produtos comerciais (mL ou g do p.c./100 L) avaliados estão apresentados na Tabela 1. O tratamento testemunha consistiu de parcelas sem controle químico. Foram realizadas quatro aplicações dos produtos, em intervalo quinzenal, utilizando turbo pulverizador motorizado modelo Jacto PL50 (Figura 1) e volume de calda estabelecido em 900 L/ha (Figura 2A). A primeira aplicação foi realizada em 28 de fevereiro, a segunda em 14 de março, a terceira em 26 de março e a quarta em 09 de abril de 2008. As avaliações da mancha alvo foram realizadas a cada quinze dias, iniciando em 14 de março, quinze dias após a instalação do experimento. Foram realizadas nove avaliações, no período de março a julho de 2008.

Na instalação do experimento foram marcadas dez brotações (Figura 2B), com dez a quinze folhas jovens e sadias por repetição, nas quais foram realizadas as avaliações da incidência e da severidade da mancha alvo. A incidência foi avaliada por meio da contagem do número de folhas totais e o número de folhas com sintomas da doença em cada brotação marcada. Em seguida foi determinada a porcentagem de folhas doentes. A severidade foi avaliada, com auxílio de escala diagramática (Capítulo 2), atribuindo-se notas para todas as folhas de cada brotação: nota 1 (nenhuma lesão), nota 2 (2% da folha com lesão), nota 3 (4% da folha com lesão), nota 4 (8% da folha com lesão), nota 5 (16% da folha com lesão), nota 6 (32% da folha com lesão) e nota 7 (48% da folha com lesão).



Figura 1. Aplicação de produtos em pomar de acerola utilizando turbo pulverizador motorizado modelo Jacto PL50. Junqueirópolis, SP. 2008.

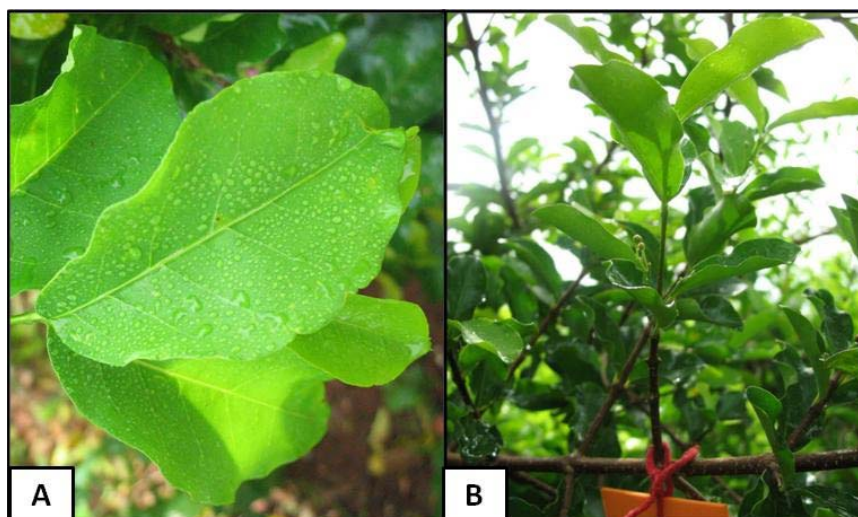


Figura 2. Cobertura da calda nas folhas de acerola após a aplicação dos produtos (A) e brotação marcada para avaliação da mancha alvo da acerola (B). Junqueirópolis, SP. 2008.

O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de dez tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição representada por três plantas e com as avaliações nas brotações marcadas na planta central. Com os valores obtidos ao longo das avaliações, calcularam-se as áreas abaixo da curva do progresso da mancha alvo (AACPM) com base na incidência e na severidade da doença. Os valores de AACPM foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos comparados entre si por meio do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.4. Resultados e Discussão

5.4.1. Efeito *in vitro* de produtos químicos sobre o crescimento micelial e germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*

Na Tabela 2 pode-se observar que o efeito fungitóxico dos produtos avaliados sobre o fitopatógeno *Corynespora cassiicola* foi significativo.

Tabela 2. Efeito de produtos químicos sobre as porcentagens de inibições do crescimento micelial (PIC) e da germinação dos esporos (PIG) de *Corynespora cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

Tratamentos e dose (mL ou g i.a./100L)	PIC	PIG
Tebuconazole (20)	100,00 e*	100,00 d
Carbendazim (50)	100,00 e	92,25 c
Epoxiconazole (2,75) + Pyraclostrobim (7,31)	80,75 d	100,00 d
DDAC (12)	50,75 c	100,00 d
Fertisil (220)	7,00 a	0,00 a
Supa-potássio® (220)	8,00 a	0,00 a
Nutriphite (220)	100,00 e	35,25 b
Acibenzolar-S-Metil (10)	23,50 b	0,00 a
Ecolife® (200)	54,25 c	100,00 d
CV %	3,25	1,81

*Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os fungicidas tebuconazole, carbendazim e epoxiconazole + pyraclostrobim inibiram respectivamente 100, 100 e 80% do crescimento micelial e 100, 92 e 100% da germinação de esporos de *C. cassiicola* (Tabela 2). Rodrigues (2003) também relatou o efeito fungitóxico do fungicida tebuconazole sobre *C. cassiicola* da acerola *in vitro*.

O DDAC apresentou ação direta sobre o crescimento micelial e germinação de esporos do fungo, inibindo 50% do crescimento micelial e 100% da germinação de esporos (Tabela 2).

O Fertisil e o Supa-potássio® não apresentaram ação fungitóxica sobre o fungo (Tabela 2). Outros trabalhos relatam que o silício promove melhorias no metabolismo das plantas (LIMA FILHO et al., 1999), nas respostas ao estresse abiótico, e aumenta, significativamente, o crescimento de algumas plantas (EPSTEIN, 1994) e não tem ação direta contra patógenos.

O acibenzolar-S-metil não apresentou ação fungitóxica sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola* (Tabela 2). Nascimento et al. (2008) relataram que o acibenzolar-S-metil não influenciou diretamente no desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. em mamoeiro. Cavalcanti et al. (2006) também relataram que o acibenzolar-S-metil não apresentou efeito inibitório no crescimento *in vitro* de *Xanthomonas vesicatoria* Doidge, porém, no controle da mancha bacteriana, em plantas de tomate, os autores observaram controle eficiente do produto. O indutor de resistência acibenzolar-S-metil é um ativador de plantas e não tem ação direta contra patógenos, o que explica a baixa eficiência do produto nos ensaios *in vitro*.

Pode-se constatar a ação fungitóxica direta do indutor Nutriphite, que proporcionou 100% de inibição do crescimento micelial de *C. cassiicola* (Tabela 2) na dose avaliada. Fenn & Coffey (1984) também constataram o efeito fungicida do Nutriphite, atuando diretamente sobre fungos. Segundo Guest e Grant (1991), o Nutriphite inibe o crescimento dos fungos, agindo como uma toxina direta sobre o patógeno, podendo ser eficiente no controle de várias espécies de *Phytophthora*. Os fosfitos também possuem ação indireta no controle de patógenos, estimulando a formação de fitoalexinas, uma substância natural de autodefesa da planta (DERCKES & CREASY, 1989), além de restabelecer o crescimento de plantas com sintomas de deficiência de fósforo (LOVATT, 1990).

O Ecolife[®] apresentou efeito inibitório sobre *C. cassiicola*, inibindo 54% do crescimento micelial e 100% da germinação de esporos (Tabela 2). Nascimento et al. (2008) relataram que o Ecolife[®] não influenciou diretamente no desenvolvimento de *C. gloeosporioides* em mamoeiro. No entanto, Motoyama et al. (2003), ao avaliarem o indutor de resistência Ecolife[®], verificaram que este extrato cítrico proporcionou atividade antifúngica *in vitro* contra *C. lagenarium*. Cavalcanti et al. (2006) observaram efeito inibitório do Ecolife[®] no crescimento *in vitro* de *X. vesicatoria* e no controle eficiente da mancha bacteriana em plantas de tomateiro.

5.4.2. Concentração efetiva de produtos químicos para inibição de 50% do crescimento micelial e dose letal de produtos químicos para inibição de 50% da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* in vitro

Os ajustes das equações de regressão da concentração efetiva (CE₅₀) para inibição de 50% do crescimento micelial e a dose letal (DL₅₀) para inibição de 50% da germinação de esporos de *C. cassiicola* estão apresentados na Tabela 3.

O ajuste da equação de regressão para tebuconazole foi significativo (Tabela 3), apresentando CE_{50} menor que $0,2\mu\text{g mL}^{-1}$, menor concentração avaliada, e DL_{50} calculada de $95\mu\text{g mL}^{-1}$. Rodrigues (2003) também relatou o efeito fungitóxico do tebuconazole sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola* da acerola, tendo determinado CE_{50} menor que $1\mu\text{g mL}^{-1}$. O fungicida inibiu completamente o crescimento micelial e a germinação de esporos na concentração de $200\mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 3). Missio (2004) também constatou o efeito de tebuconazole sobre *C. cassiicola* da acerola, inibindo completamente o crescimento micelial e a germinação de esporos na concentração de $100\mu\text{g mL}^{-1}$. Teramoto et al. (2004) relataram o efeito do tebuconazole, *in vitro*, sobre *C. cassiicola* do pepino, inibindo 100% o crescimento micelial, na concentração de $100\mu\text{g mL}^{-1}$.

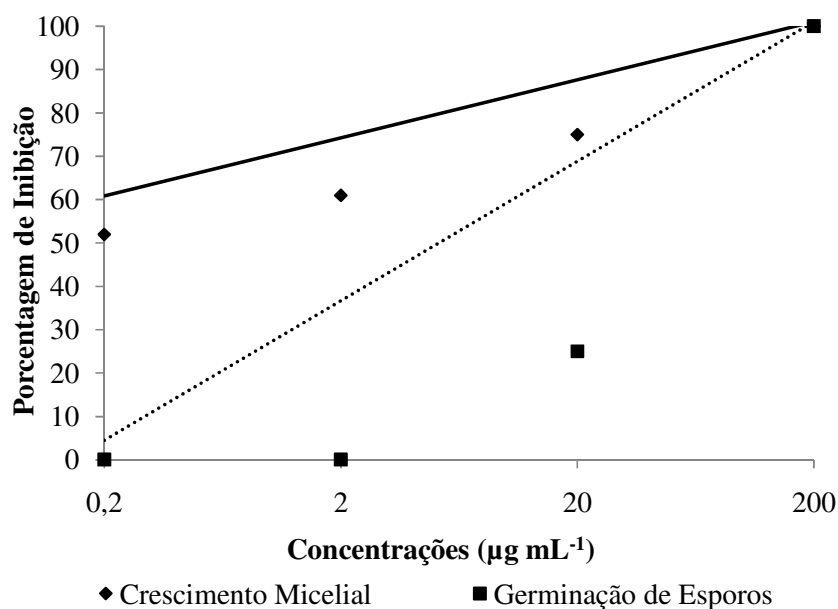


Figura 3. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do tebuconazole. Ilha Solteira, SP. 2008.

Tabela 3. Equações de regressão linear (ERL), coeficiente de determinação da equação de regressão (R^2), concentração efetiva (CE_{50}) de cada ingrediente ativo para inibição de 50% do crescimento micelial e dose letal (DL_{50}) para inibição de 50% da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola*. Ilha Solteira, SP. 2008.

Tratamentos	Crescimento Micelial			Germinação de Esporos		
	ERL	R^2	CE_{50}	ERL	R^2	DL_{50}
Tebuconazole	$y = 60,85 + 0,20x$	0,86*	<0,2**	$y = 4,41 + 0,48x$	0,97*	95***
Carbendazim	ns	-	-	$y = 23,98 + 0,04x$	0,83	>500
Epoxiconazole + Pyraclostrobim	$y = 52,76 + 0,57x$ e $y = 52,76 + 0,22x$	0,59	<0,05 e 0,133	ns	-	-
DDAC	$y = 36,36 + 0,24x$	0,44	57	$y = 89,21 + 0,10x$	0,14	>0,12
Fertisil	ns	-	-	$y = 29,08 + 0,02x$	0,43	>1000
Supa-potássio®	ns	-	-	$y = 18,82 + 0,02x$	0,72	>1000
Nutriphite	$y = 13,95 + 0,07x$	0,96	515	$y = 26,05 + 0,04x$	0,63	599
Acibenzolar-S-Metil	$y = 0,79 + 0,19x$	0,99	>120	$y = 0,54 + 0,13x$	0,99	>120
Ecolife®	$y = 0,03x + 10,26$	0,92	>1000	$y = 44,97 + 0,06x$	0,72	84

ns – não significativo a 5% de probabilidade;

* Significativo a 1% de probabilidade;

** Valores médios a partir da equação de regressão linear em $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Para o fungicida carbendazim, o ajuste da equação de regressão do crescimento micelial não foi significativo por proporcionar inibição completa no crescimento micelial de *C. cassiicola* (Tabela 3), apresentando CE_{50} menor que $0,5\mu\text{g mL}^{-1}$ e DL_{50} maior que $500\mu\text{g mL}^{-1}$. O carbendazim inibiu 100% do crescimento micelial na concentração de $0,5\mu\text{g mL}^{-1}$ e 45% da germinação de esporos na concentração de $500\mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 4). Clemons & Sisler (1971) observaram que o carbendazim permitiu a esporulação de *Neurospora crassa* e *Ustilago maydis* (D.C.) Cda., mas impediu o desenvolvimento do tubo germinativo. O carbendazim atua pela interferência na síntese do DNA ou no processo de divisão celular ou nuclear, ou seja, no fenômeno de crescimento (PICININI, 1994).

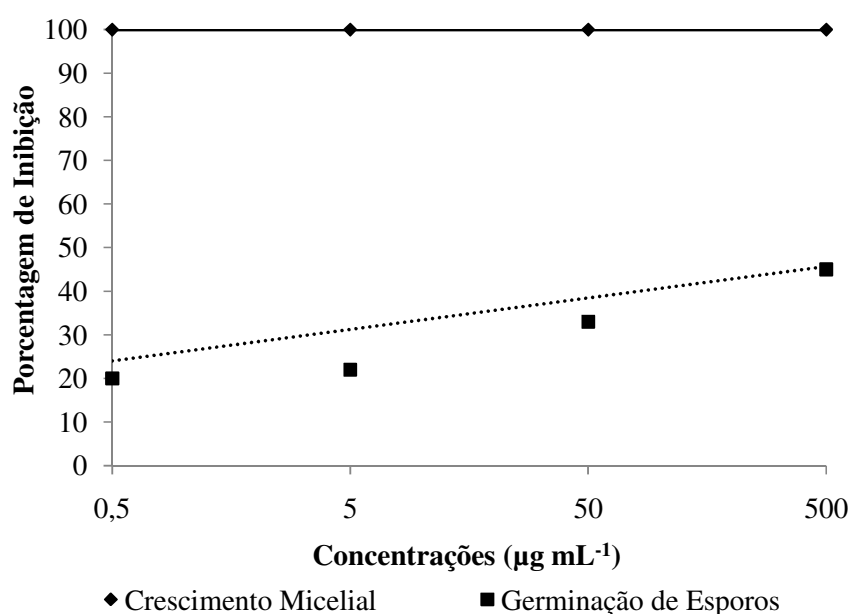


Figura 4. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do carbendazim. Ilha Solteira, SP. 2008.

O epoxiconazole + pyraclostrobim inibiu completamente a germinação de esporos nas concentrações avaliadas. Foi constatada alta sensibilidade do fitopatógeno ao fungicida com CE_{50} e DL_{50} calculadas menores que $0,05$ e $0,133\mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente (Tabela 3). O epoxiconazole + pyraclostrobim inibiu 100% da germinação de esporos na concentração de $1\mu\text{g mL}^{-1}$ e 80% do crescimento micelial na concentração de $1000\mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 5). Isto ocorreu devido a ação do triazol epoxiconazole, que age sobre a germinação dos esporos, formação do tubo germinativo e no apressório. Ferreira et al. (2006) relataram que o fungo *C. candelabrum*

foi altamente sensível a tebuconazole e epoxiconazole + pyraclostrobim, apresentando concentração efetiva inibitória de 50% do crescimento micelial e da germinação de esporos menor que $1 \mu\text{g mL}^{-1}$.

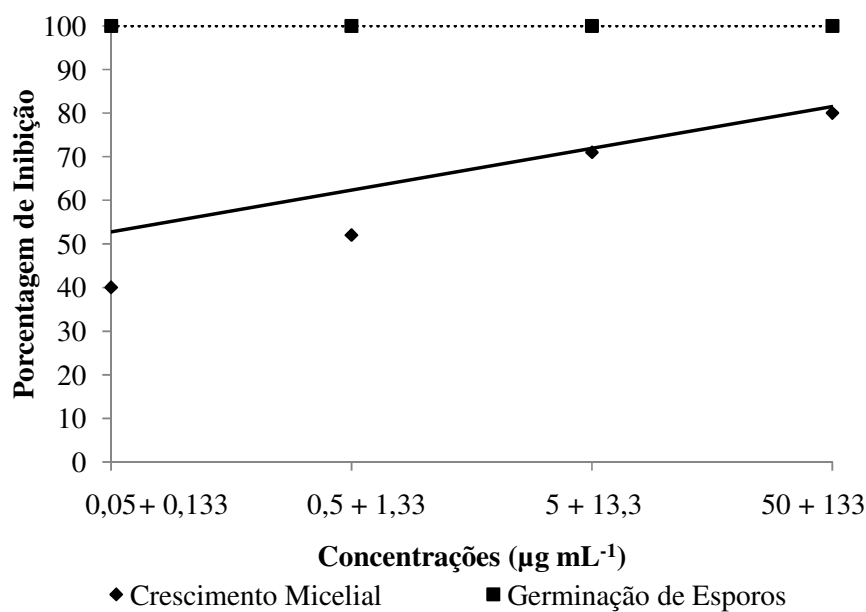


Figura 5. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do epoxiconazole + pyraclostrobim. Ilha Solteira, SP. 2008.

Os ajustes das equações de regressão foram significativas para o DDAC, apresentando CE_{50} calculada de $57 \mu\text{g mL}^{-1}$ e DL_{50} menor que $0,12 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Tabela 3). O DDAC inibiu 64% do crescimento micelial na concentração de $100 \mu\text{g mL}^{-1}$ e 100% na concentração de $10 \mu\text{g mL}^{-1}$, devido à sua ação desinfectante (Figura 6). A eficiência do DDAC foi relatada sobre conídios de *F. oxysporum* f.sp. *cubense* presentes na superfície da casca da banana (NEL et al., 2007) e no controle do desenvolvimento de *P. digitatum* em tangor murcott (NASCIMENTO & AZEVEDO, 2006). Os produtores de Junqueirópolis utilizam este produto na videira no controle da podridão cinzenta e na desinfecção dos equipamentos agrícolas.

Os ajustes das equações de regressão do Fertilisil e do Supa-potássio[®] não foram significativos, por não apresentarem efeito sobre o crescimento micelial nas quatro concentrações avaliadas (Tabela 3), apresentando CE_{50} e DL_{50} maior que $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Tabela 3). O Fertilisil inibiu 49% da germinação de esporos na concentração de $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 7) e

o Supa-potássio[®] inibiu 37% (Figura 8). Segundo Bowen et al. (1992), os silicatos de potássio impedem a adesão e penetração do patógeno nas plantas devido a uma barreira formada na superfície das folhas. Portanto, o produto químico não apresenta ação direta sobre o patógeno.

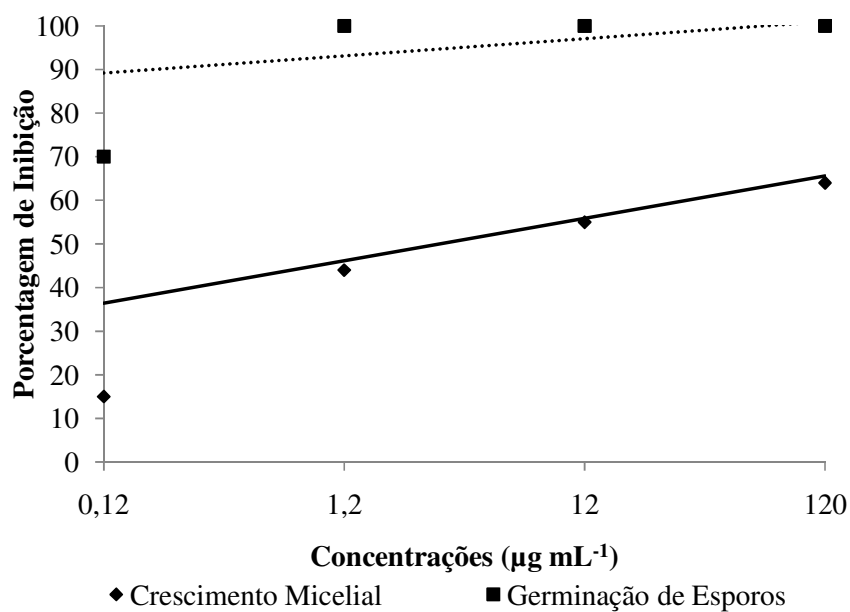


Figura 6. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações (µg mL⁻¹) do DDAC. Ilha Solteira, SP. 2008.

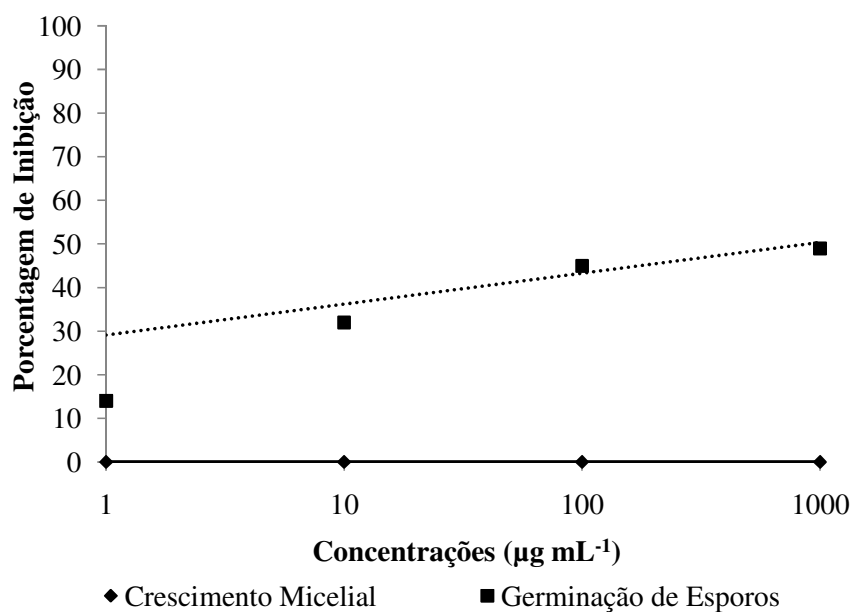


Figura 7. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações (µg mL⁻¹) do Fertilil. Ilha Solteira, SP. 2008.

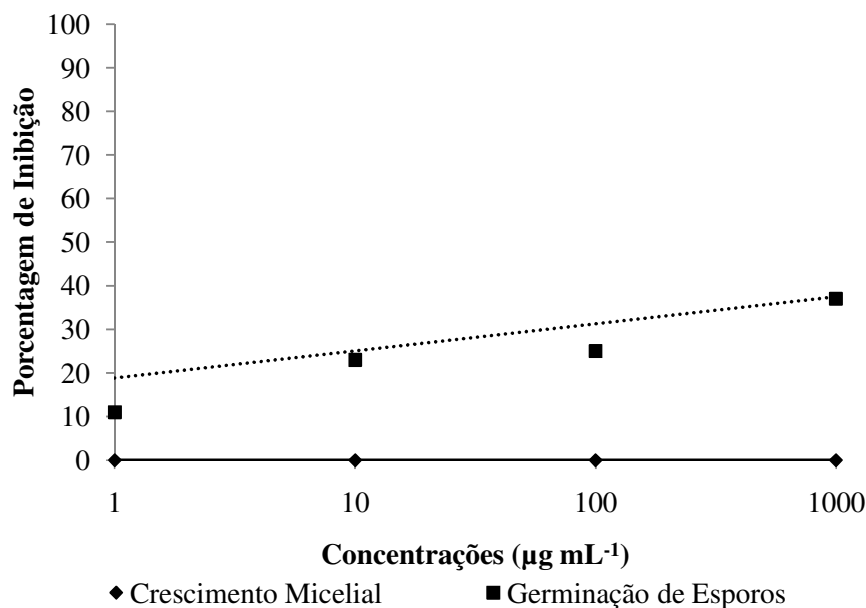


Figura 8. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações (µg mL⁻¹) do Supa-potássio[®]. Ilha Solteira, SP. 2008.

O Nutriphite apresentou ajuste da equação de regressão significativo para as concentrações avaliadas (Tabela 3), apresentando CE₅₀ e DL₅₀ calculadas em 515 e 599 µg mL⁻¹, respectivamente. Este indutor de resistência proporcionou 80% de inibição do crescimento micelial e 70% da germinação de esporos na concentração de 100 µg mL⁻¹ (Figura 9). Missio (2004) relatou que o Nutriphite demonstrou baixa fungitoxicidade à *C. cassiicola* da acerola, tendo determinada CE₅₀ e DL₅₀ estimada maior que 1000 µg mL⁻¹. Guest & Grant (1991) observaram ação tóxica deste produto sobre espécies de *Phytophthora*.

O acibenzolar-S-metil não apresentou ação direta sobre *C. cassiicola*, confirmando a ação de ativador de defesa vegetal. O indutor de resistência apresentou CE₅₀ e DL₅₀ maior que 120 µg mL⁻¹ (Tabela 3). Missio (2004) relatou que o acibenzolar-S-metil apresentou CE₅₀ maior que 1000 µg mL⁻¹ e DL₅₀ estimada em 907,93 µg mL⁻¹. O acibenzolar-S-metil inibiu apenas 22% do crescimento micelial e 15% da germinação de esporos na concentração de 120 µg mL⁻¹ (Figura 10). Missio (2004) também confirmou que o indutor de resistência não apresenta ação fungitóxica sobre *C. cassiicola* da acerola, inibindo 38% do crescimento micelial e 50% da germinação de esporos na concentração de 1000 µg mL⁻¹. Resende et al. (2002) classificaram o acibenzolar-S-metil como um produto químico de pouca ação fungitóxica na germinação de

esporos e crescimento micelial de *Crinipellis pernicioso*, pois a concentração efetiva para inibir 90% do crescimento micelial do fungo para o produto foi acima de $1000\mu\text{g mL}^{-1}$.

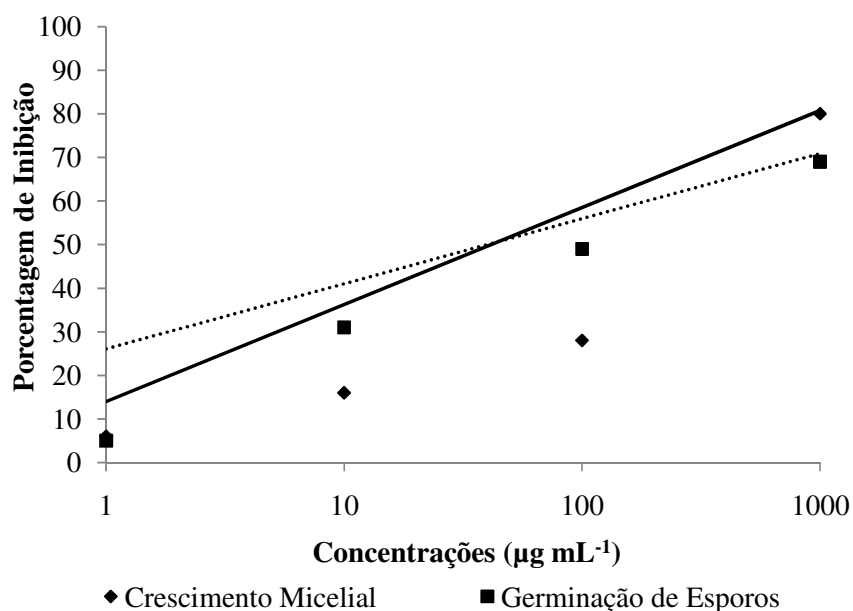


Figura 9. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do Nutriphite. Ilha Solteira, SP. 2008.

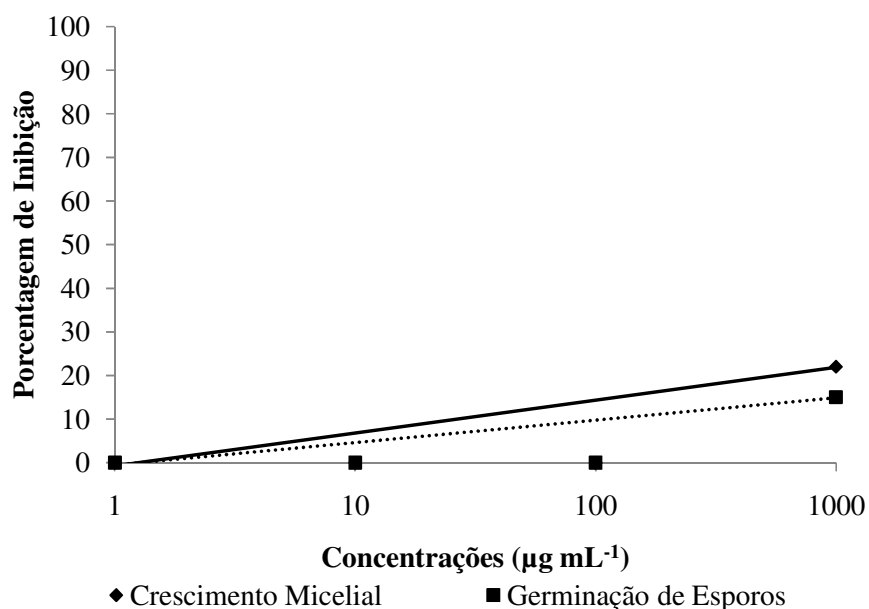


Figura 10. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do acibenzolar-S-metil. Ilha Solteira, SP. 2008.

O indutor de resistência Ecolife[®] agiu diretamente sobre *C. cassiicola* inibindo completamente a germinação de esporos na concentração de 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (Figura 11) e apresentando DL₅₀ estimada em 84 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (Tabela 3). Também Motoyama et al (2003), que avaliaram o efeito do Ecolife[®] sobre *C. lagenarium* e *F. semitectum* em soja e sorgo, Cavalcanti et al. (2006), avaliando sobre a mancha bacteriana do tomateiro e Missio (2004) sobre a mancha alvo da acerola, constataram este efeito fungicida.

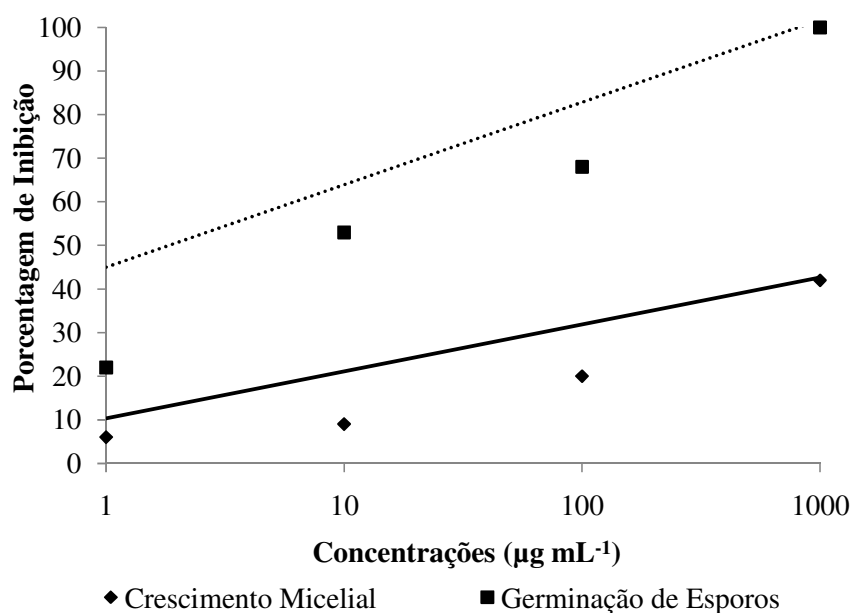


Figura 11. Percentagens de inibições do crescimento micelial e da germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* e concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$) do Ecolife[®]. Ilha Solteira, SP. 2008.

5.4.3. Controle químico da mancha alvo no campo

O efeito dos produtos químicos sobre a AACPMI e AACPMS foi significativo (Tabela 4). O carbendazim apresentou menor AACPMI e AACPMS, diferindo estatisticamente da testemunha, aproximadamente 66% de redução na AACPMI e 36% de redução na AACPMS. O tebuconazole, epoxiconazole + pyraclostrobim e o Nutriphite não diferiram estatisticamente do carbendazim, mas também não diferiram da testemunha. Para o epoxiconazole + pyraclostrobim, na dose aplicada, foi constatado fitotoxicidade nas plantas de acerola, que foi caracterizada pela queima dos bordos do limbo foliar, principalmente das folhas mais jovens.

Tabela 4. Efeito dos produtos químicos sobre as áreas abaixo da curva de progresso da mancha alvo da acerola cv. Olivier, calculadas com base na incidência e na severidade da doença, no período de fevereiro a julho de 2008. Junqueirópolis, SP. 2008.

Tratamentos e dose (mL ou g p.c./100L)	AACPMI ¹	AACPMS ²
Testemunha	47,00 a*	44,00 a
Tebuconazole (20)	35,75 ab	35,50 ab
Carbendazim (50)	15,75 b	28,16 b
Epoxiconazole (2,75) + Pyraclostrobim (7,31)	30,03 ab	34,39 ab
DDAC (12)	47,87 a	40,10 ab
Fertisil (220)	49,00 a	44,20 a
Supa-potássio [®] (220)	40,66 a	39,81 ab
Nutriphite (220)	31,50 ab	33,57 ab
Acibenzolar-S-Metil (10)	43,50 a	42,87 a
Ecolife [®] (200)	43,00 a	41,73 ab
CV%	24,42	15,81

* Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

¹Área abaixo da curva de progresso da doença calculada com base na incidência da doença.

²Área abaixo da curva de progresso da doença calculada com base na severidade da doença.

A avaliação da incidência da mancha alvo na área experimental foi adequada na avaliação de produtos químicos no controle da doença em campo (Tabela 4). Os resultados obtidos pela avaliação da incidência da mancha alvo foram semelhantes aos obtidos pela avaliação da severidade da doença, provavelmente devido a ocorrência de desfolha. No entanto, em doenças foliares recomenda-se avaliar a severidade da doença. Faz necessário notar que estudos complementares de intervalo de aplicação, dose, época de aplicação e resíduos são necessários antes do registro e uso de qualquer produto para a cultura da acerola.

5.5. Conclusões

De acordo com os resultados deste trabalho, pode-se concluir que:

- O Fertilisil, o Supa-potássio[®] e o acibenzolar-S-metil não apresentaram efeito fungitóxico sobre *C. cassiicola in vitro*.

- Tebuconazole, epoxiconazole + pyraclostrobim, DDAC, Nutriphite e Ecolife[®] apresentaram efeito fungitóxico sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola*.

- Carbendazim apresentou efeito fungitóxico sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola*.

- O carbendazim proporcionou redução na incidência e na severidade da mancha alvo em condições de campo.

- A avaliação da mancha alvo por meio da incidência foi adequada na determinação dos produtos químicos eficientes no controle da doença a campo, além da facilidade e precisão dos dados.

Referências

- AGROFIT. Disponível no site: <http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em 27/01/2009.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299p.
- BERGAMIN FILHO, A. Conceitos e objetivos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronomia Ceres, v.1, 1995. p.540-553.
- BLUM, L. E. B.; REIS, E. F.; PRADE, A. G.; TAVELA, V. J. Fungicidas e misturas de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 316-318, 2002.
- BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.11-28.
- BOUDINA, A; EMMELIN, C.; BAALIOUAMER, A.; GRENIER-LOUSTALOT, M. F.; CHOVELON, J. M. Photochemical behavior of carbendazim in aqueous solution. **Chemosphere**, Oxford, v.50, p.649-655, 2003.
- BOWEN, P.; MENZIES, J.; EHRET, D.; SAMUELS, L.; GLASS, A.D.M. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. **Journal of the American Society For Horticultural Science**, Agassiz, v.117, n.6, p.906-912, 1992.
- BUCK, G.B. **Silicato de potássio aplicado via foliar e a incidência da brusone em arroz**. 2006. 66 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- CAVALCANTI, F.R., RESENDE, M.L.V., ZACARONI, A.B., RIBEIRO JÚNIOR, P.M., COSTA, J.C.B.; SOUZA, R.M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife® na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p.372-380, 2006.
- CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine Hygiene**, Northbrook, v.42, p.225, 1939.
- CHESTER, K.S. The problem of acquired physiological immunity in plants. **Quarterly Review of Biology**, v.8, p.275-324, 1933.

- CLEMONS, G.P.; SISLER, H.D. Localization of the site of action of a fungicide benomyl derivate. **Pesticide Biochemistry Physiology**, San Diego, v.1, p.32-43, 1971.
- DARVILL, A.G.; ALBERSHEIM, P. Phytoalexins and their elicitors – a defense against microbial infection in plants. **Annual Review of Plant Pathology**, Pharnham, v.35, p.243-275, 1984.
- DAVIDSE, L. C. Benzimidazole fungicides: mechanism and modes of action. In: DELF, C.J. (Ed.). **Fungicide resistance in North America**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1988.
- DERCKX, W.; CREASY, L.L. Influence of fosetyl – Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola* – grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.34, p.203-213, 1989.
- DUTRA, M.R.; MIRANDA, J.C.; BOTELHO, D.M.S.; RESENDE, M.L.V. Efeito de produtos alternativos no controle de antracnose do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 37, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Ufla, 2004. p. S213.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.91, p.11-17, 1994.
- FENN, F.E.; COFFEY, M.D. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosethyl – Al and phosphorous acid. **Phytopathology**, Saint Paul, v.74, p.606-611, 1984.
- FERREIRA, E.M.; ALFENAS, A.C., MAFFIA, L.A. ; MAFIA, R.G. Eficiência de fungicidas sistêmicos para o controle de *Cylindrocladium candelabrum* em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p.468-475, 2006.
- FORCELINI, C.A. Fungidas inibidores da síntese de esteróis. I. Triazoles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.335-355, 1994.
- FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M.G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H.; RYALS, J.A. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, Oxford, v.10, p.61-70, 1996.

- GAMA, A.J.M. **Controle de doenças fúngicas na cultura do pepino com adubação de silício via foliar**. 2003. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. Ecolife no controle da sigatoka-negra da bananeira. In: GATO, A.M.G.; RONCHI-TELES, B. (Ed.). **Coletânea dos trabalhos da CDSV/AM**. Manaus: Delegacia Federal de Agricultura no Amazonas. 2002. p.66-69.
- GOODMAN, R.N.; KIRÁLY, Z.; WOOD, K.R. **The biochemistry and physiology of plant disease**. Columbia: University of Missouri Press, 1986. 433p.
- GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.H.; OOSTENDOPR, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, Baltimor, v.8, p.629-643, 1996.
- GRAY, M.A.; PEAKE, S.J.; FARRELL, A.P.; BRUCH, R. Acute didecyl dimethyl ammonium chloride toxicity to larval lake sturgeon, *Acipenser fulvescens* rafinesque, walleye *Sander vitreus* Mitchill, and northern pike, *Esox lucius* Linnaeus. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, New York, v.75, p.890–896, 2005.
- GUEST, D.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, New York, v.66, p.159–187, 1991.
- GUZZO, S.D. **Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência sistêmica adquirida em cafeeiro contra *Hemileia vastatrix***. 2004. 236 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- HANADA, R.E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. Eficiência de desinfestantes na erradicação de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* aderidos à superfície de bananas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.094-096, 2004.
- HERREIRA, O.M. et al. Agrupamento de estações climatológicas localizadas no Estado de São Paulo, utilizando-se análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v.16, n.3, p.34-42, 1997.
- KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.32, p.439-459, 1994.

- KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1995. v.1, p.761-785.
- KRANZ, J. Comparison of epidemics. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.12, p.355-374, 1974.
- KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.107, p.7-12, 2001.
- KUHN, O.J.; PASCHOLATI, S.F.; CARDOSO FILHO, J.A.; PORTZ, R.L.; OSSWALD, W. Indução de resistência sistêmica em plantas: aspectos gerais, efeitos na produção e sobre microrganismos não-alvo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.14, p.251-302, 2006.
- LAVOTT, C.J. A definitive test to determine whether phosphite fertilization can replace phosphate fertilization to supply P in the metabolism of 'Hass' on 'Duk 7'. **California Avocado Society 1990 yearbook**, California, v.74, p.61-64, 1990.
- LEROUX, P. Modes d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v.326, p.9-21, 2003.
- LICHTEMBERG, L.A. Pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DE BANANA, 1, Nova Porteirinha, 2001. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p.105-130.
- LIMA FILHO, O.F.; LIMA, M.T.G.; TSAI, S.M. Supressão de patógenos em solos induzida por agentes abióticos: o caso do silício. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v.87, p.8-12, 1999.
- LOVATT, C. J. A definitive test to determine whether phosphite fertilization can replace phosphate fertilization to supply P in the metabolism of 'Hass' on 'Duke 7'. **Avocado Society Yearbook**, California, v.74, p.61-64, 1990.
- McDONALD, A. E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, n.10, p.1505-1519, 2001.
- MENZIES, J.; BOWEN, P.; EHRET, D.L.; GLASS, A.D.M. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, p.902-905, 1992.

- MISSIO, V.C. **Eficiência do uso de indutores de resistência de plantas no controle da antracnose e mancha alvo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)**. 2004. 82 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.
- MOTAYAMA, M.M.; SHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; SCAPIM, C.A. Indução de fitoalexina em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, p.491-496, 2003.
- MORAES, M.G. Mecanismos da resistência sistêmica adquirida em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.6, p.261- 284, 1998.
- NASCIMENTO, L.C.; NERY, A.R.; RODRIGUES, L.N. Controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamoeiro, utilizando extratos vegetais, indutores de resistência e fungicidas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.313-319, 2008.
- NASCIMENTO, L.M.; AZEVEDO, F.A. Avaliação da eficiência da aplicação de diferentes doses de sporekill em tangor murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.7, n.2, p.92-103, 2006.
- NEL, B.; STEINBERG, C.; LABUSCHAGNE, N.; VILJOEN, A. Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* with of banana. **Crop Protection**, Guildford, v.26, p.697-705, 2007.
- OLIVEIRA, J. B. **Solos do Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 112 p. (Boletim científico, 45).
- PAPA, M.F.S. Doenças da acerola (*Malpighia emarginata*). In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.15-18.
- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. Agronomia Ceres, 1995. v.1, p.417-453.
- PASCHOLATI, S.F. Resultados com resistência induzida no Brasil. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS A PATÓGENOS: APLICAÇÕES NO MANEJO INTEGRADO DE FITODOENÇAS, 1, 2002, Lavras. **Resumos...** Lavras: Ufla, p.120, 2002.

- PICININI, E.C. Fungicidas benzimidazoles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.357-409, 1994.
- RAFI, M.M.; EPSTEIN, E.; FALK, R.H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v.151, p.497-501, 1997.
- RESENDE, M.L.V.; NOJOSA, G.B.A.; CAVALCANTI, L.S.; AGUILAR, M.A.G.; SILVA, L.H.C.P.; PEREZ, J.O.; ANDRADE, G.C.G.; CARVALHO, G.A.; CASTRO, R.M. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Veticillium dahliae* by acibenzolar-S-methyl (ASM). **Plant Pathology**, Rockville, v.5, p.621-628, 2002.
- REUVENI, M. Post-infection applications of K₃PO₃, phosphorous Acid and Dimethomorph inhibit development of Downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, Binghamton, v.5, p.27-38, 1997.
- RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R.; AMARAL, D.R.; PÁDUA, M.A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.629-236, 2006.
- RODRIGUES, A.C.P. **Fatores que afetam o crescimento micelial, a esporulação e a germinação de esporos de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei, da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.)**. 2003. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- ROMERO, A.M.; KOUSIK, C.S.; RITCHIE, D.F. Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. **Plant Disease**, Saint Paul, v.85, p.189-194, 2001.
- ROSA, R. C. T. et al. Efeito de indutores no controle de míldio em *Vitis labrusca*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.1, p.68-73, 2007.
- ROSS, F.A. Systemic acquired resistance induced by localized virus infection in plants. **Virology**, New York, v.14, p.340-358, 1961.
- RYALS, J.A.; NEUENSCHWANDER, U.H.; WILLITS, M.G.; MOLINA, A.; STEINER, H.Y.; HUNT, M. D. Systemic acquired resistance. **The Plant Cell**, Baltimor, v.8, p.1809-1819, 1996.
- SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; RESENDE, M.L.V.; POZZA, E.A.; MIRANDA, J.C.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; MANERBA, F.C. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.32, p.59-63, 2007.

- SILVA, L.H.C.P.; RESENDE, M.L.V. Resistência induzida em plantas contra patógenos. In: SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, J.R.; NOJOSA, G.B.A. **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: Ufla, p.221-239, 2001.
- SILVA, L.H.C.P. **Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- SOBRINHO, C.A.; FERREIRA, P.T.O.; CAVALCANTI, L.S. Indutores bióticos. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.51-80.
- STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 23, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: GPF, p.176-181, 2000.
- TANNER, R.S. Comparative testing and evaluation of hard-surface disinfectants. **Journal of Industrial Microbiology**, Amsterdam, v.4, p.145-154, 1989.
- TAVARES, G.M.; SOUZA, P.E. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.52-59, 2005.
- TERAMOTO, A.; MARTINS, M.C.; FISCHER, I.H.; ANGELI, S.S.; SCHIMDT, D.F.; VEIGA, J. Controle químico *in vitro* de *Corynespora cassiicola*, agente causal da mancha alvo em pepino. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, n.37, p.85-86, 2004. Resumos.
- VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. 531p.
- VANDERPLANK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963.
- VENACIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Efeito fisiológico de fungicidas sobre plantas. 1. Efeitos fisiológicos do fungicida pyraclostrobin. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.12, p.317-341, 2004.

6. EFEITO DA PODA NO CONTROLE DA MANCHA ALVO E NA PRODUÇÃO DE ACEROLA

Resumo

A acerola pode ser cultivada em todos os estados brasileiro. A expansão da acerola tem levado os fruticultores a buscarem novas técnicas e manejo dessa cultura, principalmente com a utilização de tecnologias que envolvam tratamentos culturais. Além das perdas de frutos durante a colheita, devido à arquitetura da planta, a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola na região de Junqueirópolis, SP, causando severa desfolha das plantas e prejudicando o acúmulo de fotoassimilados. Desta forma, a poda pode ser uma opção interessante para a cultura, uma vez que poderá reduzir o porte da planta, bem como permitir entrada de luz, facilitando a colheita e o controle de doenças e/ou pragas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da poda no controle da mancha alvo e na produção de acerola. Foram avaliados quatro sistemas de poda em acerola cv. Olivier, com três anos de idade, cultivada sem irrigação, no período de julho de 2007 a julho de 2008, na região de Junqueirópolis, SP. Constatou-se que a poda aumentou a quantidade de flores, principalmente em ramos horizontais, e reduziu o volume de copa. A maior produtividade foi obtida no tratamento com poda central da planta e dos ramos horizontais. A poda diminuiu a intensidade de desfolha. Não houve diferença na incidência da mancha alvo entre os tratamentos. A aplicação da calda sulfocálcica, após a poda, pode ter contribuído na redução de fontes de inóculo do patógeno.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, *Corynespora cassiicola*, produção, controle cultural, desfolha.

Effect of pruning in the control of target spot and production of barbados cherry

Abstract

Barbados cherry is cultivated in all Brazilian states. The expansion of barbados cherry requires new techniques and management, especially technologies that involve cultural treatments. Besides of losses of fruits in harvest, because of plant architecture, the target spot (*Corynespora cassicola*), main leaf disease occurred in barbados cherry in the region of Junqueirópolis, SP, causing severe defoliates of plants, damaging of photoassimilates accumulation. Therefore, pruning is an interesting option in culture, because reduce the size of plant, as well as allow light entrance, facilitating the harvest and the control of diseases and/or pest. The present work aimed to evaluate the effect of pruning in the control of target spot and production of barbados cherry. Evaluated four pruning systems in barbados cherry cv. Olivier, with three years of age, cultivated without irrigation, from July of 2007 to July of 2008, in Junqueirópolis, SP. The pruning increased the amount of flowers, especially in horizontal branches, and reduced cup bulk was verified. Treatment with pruning of centric of plant and of horizontal branches obtained the largest productivity. The pruning reduced the intensity of defoliates. Differences were not observed in incidence of target spot, among the treatments. Application of line sulphur, after pruning, contributed in reduction of sources of inoculum of the pathogen.

Key words: *Malpighia emarginata*, *Corynespora cassicola*, yield, cultural control, defoliates.

6.1. Introdução

O interesse dos produtores e do mercado consumidor pela cultura de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) surgiu em razão do alto teor de vitaminas, especialmente a C e compostos benéficos do fruto, como os antioxidantes (ASENJO & MOSCOSO, 1950). No Brasil, esta planta foi introduzida na região Nordeste, em 1958, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, com sementes trazidas de Porto Rico, adquirindo escala comercial somente na década de 80 (SOARES FILHO & OLIVEIRA, 2003).

A acerola pode ser cultivada em todos os estados brasileiros, e conforme Cardoso et al. (2003) ocupa uma área superior a 11.000 hectares, com uma produção aproximada de 33.000 toneladas. O Estado de São Paulo é o terceiro maior produtor de acerola no país, e a região de Junqueirópolis a principal produtora de acerola no Estado, sendo responsável por 65% da produção do Estado.

A expansão da acerola tem levado os fruticultores a buscarem novas técnicas e manejo dessa cultura, principalmente com a utilização de tecnologias que envolvam tratamentos culturais. Aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos frutos e racionalizar o emprego de agrotóxicos têm sido objetivos de pesquisas científicas desenvolvidas com as frutíferas, especialmente as de mesa.

Por outro lado, sabe-se que a acerola é uma planta rústica com alto desenvolvimento vegetativo, dando origem a plantas de grande porte que dificulta a colheita e outros tratamentos culturais. Produz em ramos formados na estação anterior e por mais de um ano. Vale lembrar que a mancha alva, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, é a principal doença que vem ocorrendo na cultura da acerola na região de Junqueirópolis, SP, causando severa desfolha das plantas e prejudicando o acúmulo de fotoassimilados.

Nagai (1989) considera como estratégia de longo prazo a necessidade de redirecionamento dos programas de melhoramento genético no sentido de resgatar a rusticidade e incorporar resistências às pragas e às doenças perdidas ao longo do tempo. No entanto, Silva (1994) propõe a adoção de soluções mais imediatas, como é o caso de práticas culturais que permitam a melhoria das condições fitossanitárias e a obtenção de ganhos quantitativos e qualitativos na produção.

Desta forma, a poda pode ser uma opção interessante para a cultura, uma vez que poderá reduzir o porte da planta, bem como permitir entrada de luz, facilitando a colheita e controle de doenças e pragas.

Considerando os danos causados pela mancha alvo e as dificuldades no manejo da cultura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da poda no controle da mancha alvo e na produção de acerola.

6.2. Revisão bibliográfica

6.2.1. Importância da poda em fruteiras

O termo podar vem do latim *putare*, o qual tem o significado de limpar, derramar e cortar. A poda é uma das práticas culturais mais antigas realizadas em frutíferas, que juntamente com outras atividades não menos importantes, visa a regularizar a produção e melhorar a qualidade dos frutos.

Segundo Fuertes & Hernández (1995), a poda é uma prática de cultivo que consiste em conduzir as plantas, modificando seu desenvolvimento natural, com o objetivo de equilibrar sua capacidade vegetativa e produtiva, obtendo-se maior produção com frutos de alta qualidade, distribuídos de forma uniforme pela totalidade da copa, obtendo plantas de tamanho adequado, para executar de forma funcional os trabalhos de condução e manejo do pomar.

A poda é realizada em função do hábito de crescimento, porte da planta, sistema de plantio e forma de colheita. A importância da poda está relacionada com o regime de exploração da frutífera (INGLEZ DE SOUZA, 1986), ou seja, que tipo de produto o mercado exige, pois com a poda pode-se melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos.

De acordo com Vieira Júnior & Melo (2009), para que a poda produza os resultados esperados é importante que seja executada considerando-se a fisiologia e a biologia da planta e seja aplicada com moderação e oportunidade. A poda baseia-se em princípios de fisiologia vegetal, princípios que existem entre o vigor e a produtividade, visando estabelecer um equilíbrio entre esses extremos (VIEIRA JÚNIOR & MELO, 2009).

A seiva sempre flui para as partes mais altas e mais iluminadas da planta, razão pela qual os galhos mais vigorosos são aqueles que conseguem se posicionar melhor na copa e tem uma estrutura mais retilínea. Isto favorece sua circulação, o que é denominado de Dominância Apical, e quando eliminada, pela poda, ocorre uma melhor redistribuição da seiva, favorecendo a brotação lateral das gemas (VIEIRA JÚNIOR & MELO, 2009).

Segundo Vieira Júnior & Melo (2009), uma relação de equilíbrio é necessária entre o número de frutos e o de folhas, um excesso de frutos conduz à uma produção qualitativamente inferior, bem como o depauperamento da planta.

A importância de se podar varia de espécie para espécie, assim poderá ser decisiva para uma, enquanto para outra, é praticamente dispensável. Cada fruteira possui um hábito específico de frutificação, tendo conseqüentemente exigências diversas quanto à poda.

6.2.2. Podas na cultura da acerola

Segundo Manica et al. (2003), no cultivo da acerola a realização da poda é indispensável, para conduzir a planta na forma necessária e desejada, permitir boa distribuição dos ramos, formar uma copa aberta, dar equilíbrio à planta, manter a produção de frutos em locais com boa insolação e arejamento e facilitar os tratos culturais como controles fitossanitários e a colheita dos frutos maduros.

Na cultura da acerola podem ser feitas podas de formação, de frutificação e de limpeza que, quando bem executadas, facilitam significativamente o manejo da cultura, principalmente a colheita (OLIVEIRA et al., 2003).

A poda de formação objetiva originar uma planta com copa baixa, em forma de taça ou vaso aberto, com três a quatro ramos principais (pernadas) dispostos simetricamente em diferentes alturas, nos 20 a 30 cm terminais do tronco principal da planta (OLIVEIRA et al., 2003). Este tipo de poda começa no viveiro e continua no campo, após o plantio no local definitivo, para conduzir as plantas em haste única até uma altura que pode variar de 50 a 90 cm da superfície do solo (NAKASONE & PAULL, 1998). Durante o crescimento da planta novos ramos devem ser conduzidos para formar uma planta com copa aberta. Isto permite uma boa distribuição de vegetação, florescimento e formação dos frutos, os quais devem receber boa insolação e intenso arejamento (MANICA et al., 2003).

De acordo com Oliveira et al. (2003), não existem ainda evidências fundamentadas em pesquisa em relação à realização de podas visando a estimular a frutificação da acerola. No entanto, Nakasone & Paull (1998) afirmam que podas leves são benéficas às plantas em estágio de produção. A poda de frutificação visa a deixar um número limitado e equilibrado de ramos vegetativos e frutíferos e manter a forma da copa, interferindo-se na tendência natural da planta de crescer demasiadamente em altura (RASEIRA et al., 1998).

As podas de limpeza consistem na remoção de ramos velhos, secos e debilitados, ramos danificados mecanicamente, e ramos atacados por pragas e doenças (MUSSER, 1995). Manica et al. (2003) recomendam a eliminação de ramos ladrões e localizados próximo ao solo. Esse tipo de poda deve ser feito preferencialmente fora das épocas de brotação, floração e frutificação (OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Raseira et al. (1998), não há uma regra invariável para a poda, sendo necessário antes de tudo, bom senso e conhecimento dos seus princípios e finalidades, e do hábito de frutificação da planta.

Por meio de visitas e informações prestadas pelos fruticultores, na região de Junqueirópolis, SP, constatou-se que estes fazem a partir do terceiro ano, sempre que necessário, uma poda de retirada de ramos centrais da planta, bem como eliminam os ramos que estão até 50cm do solo. Konrad (2004), ao estudar o efeito dessa poda em plantas de acerola cv. Olivier na produção e no comportamento de doenças foliares na região, relatou que não houve diferença entre as plantas que tiveram os ramos centrais retirados e as que permaneceram com os ramos centrais, provavelmente devido ao curto período avaliado, apenas um ano agrícola.

6.2.3. Poda no controle de doenças

De maneira geral, as doenças estão intimamente ligadas às condições climáticas, ou seja, temperatura e umidade (molhamento foliar). Segundo Vale et al. (2004), as doenças causadas por patógenos foliares são predominantemente influenciadas pelas condições meteorológicas locais, que afetam diretamente o microclima, podendo gerar principalmente epidemias esporádicas e curtas, de características explosivas.

Segundo Vale et al. (2004), o efeito da temperatura é menos limitante que o da umidade para patógenos que causam doenças aéreas em plantas, devido à ampla faixa efetiva de temperatura favorável ao patógeno. O filme de água na superfície das folhas é essencial para a maioria dos patógenos infectarem as plantas, pois, geralmente, a esporulação é induzida pela presença de água na superfície foliar (VALE et al., 2004).

A densidade da copa é importante porque altera o microclima dentro da copa em relação às condições do ar que a circula. Em um campo bem arejado, com menor densidade de copa, a ventilação irá promover secagem mais rápida das gotas de chuva ou de orvalho depositadas sobre as folhas, e limitará o número de nichos ecológicos favoráveis aos patógenos, principalmente em regiões quentes (VALE et al., 2004).

A modificação do microclima da copa sobre o desenvolvimento dos patógenos pode determinar condições favoráveis ou não para o desenvolvimento de epidemias. Além de regularizar a produção e melhorar a qualidade dos frutos, a poda também visa a alterar o microclima da copa, melhorando o arejamento, desfavorecendo o desenvolvimento de doenças e pragas, e facilitando o manejo fitossanitário.

6.3. Material e métodos

6.3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em pomar comercial de acerola, não irrigado, com três anos de idade, na propriedade do Senhor Júlio Kazuaki Kozama, sítio Santa Maria, localizado na latitude 21° 30'S, longitude 51° 26'W e com 420 metros de altitude no município de Junqueirópolis, SP, no período de julho de 2007 a julho de 2008.

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa: subtropical úmido, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (HERREIRA et al., 1997). A temperatura oscila entre a máxima de 38°C, mínima de 14°C e média de 24°C, com predominância de ventos do quadrante sul. As precipitações pluviométricas estão em torno de 1400 milímetros anuais, ocorrendo poucas variações.

O solo da área experimental pertence à classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico com horizonte A moderado, textura arenosa e relevo suave ondulado (OLIVEIRA, 1999). O experimento foi conduzido utilizando-se 60 plantas que foram plantadas no espaçamento de 6,0m entrelinhas e 4,0m entre plantas, cultivar Olivier, com mudas obtidas vegetativamente por estaquia.

6.3.2. Tratamentos

6.3.2.1. Sistemas de poda

A instalação do ensaio foi realizada no dia 09 de julho de 2007. Foi avaliada a poda realizada pelos produtores de acerola da região, que consiste na retirada dos ramos no centro da copa, visando o maior arejamento das plantas e brotações laterais e entre zero e 50 cm da superfície do solo (Figura 1A), visando diminuir a perda de frutos ao entrar em contato com solo durante a época de produção. O tratamento testemunha consistiu de plantas sem poda (Figura 1B).

Os tratamentos foram:

T1 – Testemunha (sem poda);

T2 – Poda dos ramos no centro da copa e entre zero e 50 cm da superfície do solo;

T3 – T2 mais encurtamento dos ramos horizontais (ponteiro) (Figura 2A);

T4 – T2 mais encurtamento dos ramos verticais (interior da planta) (Figura 2B);

T5 – T2 mais encurtamento dos ramos horizontais e verticais.

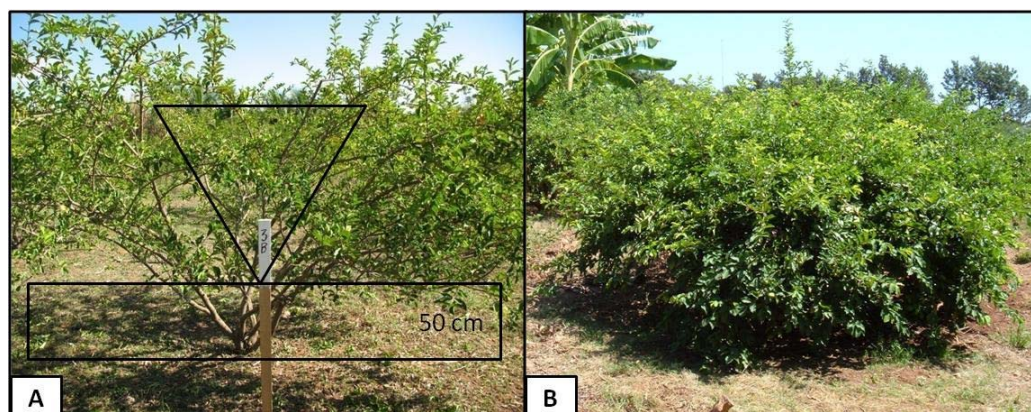


Figura 1. Planta de acerola que foi realizada a retirada dos ramos do centro da copa e entre zero e 50 cm da superfície do solo (A) e planta sem poda (B). Junqueirópolis, SP. 2007.

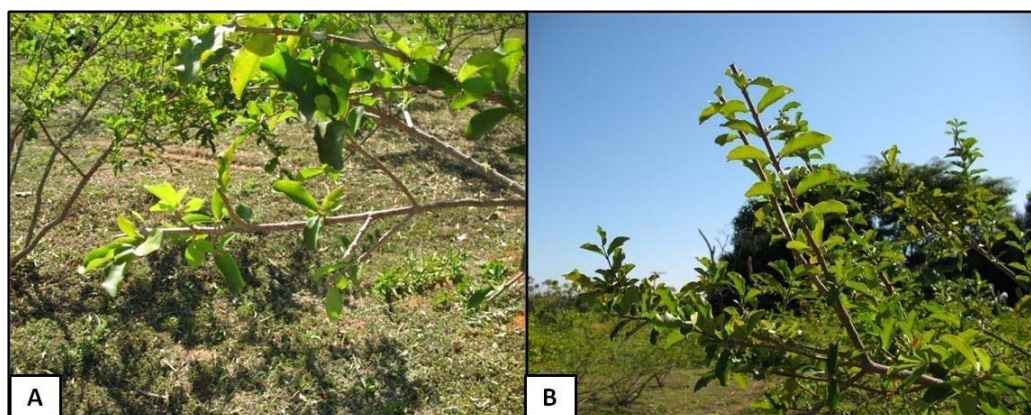


Figura 2. Encurtamento dos ramos horizontais (A) e verticais (B) em acerola. Junqueirópolis, SP. 2007.

6.3.2.2. Variáveis analisadas

Acompanhou-se o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da acerola no ciclo de reprodução, referente à safra 2007/2008, onde foram analisadas as seguintes variáveis:

6.3.2.2.1. Brotação e florescimento

A avaliação da brotação foi realizada no mês de abril de 2008, enquanto que o florescimento (Figura 3) foi avaliado mensalmente no período de setembro de 2007 a junho de 2008. As avaliações consistiram na contagem de flores ou botões florais e brotos em oito ramos aleatórios de cada parcela, sendo quatro ramos na horizontal e quatro na vertical.

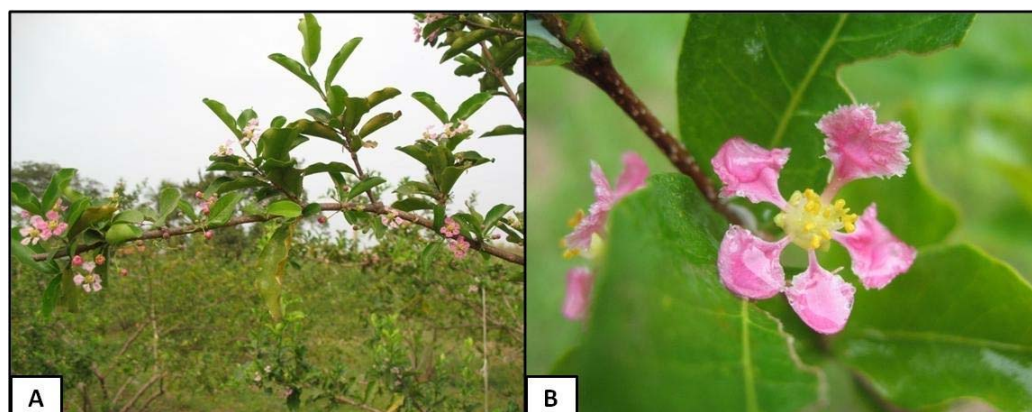


Figura 3. Ramo podado com flores e brotos (A) e flor de acerola (B). Junqueirópolis, SP. 2007.

6.3.2.2.2. Produção

A partir da instalação do experimento, as colheitas foram realizadas manualmente no período de outubro de 2007 a abril de 2008, obtendo a massa de frutos por planta. A colheita foi realizada manualmente, sendo realizada semanalmente e diariamente quando necessário. Os frutos são colhidos no estágio “de vez” ou semi-maduros, em início de maturação e de mudança de coloração da casca. Frutos neste estágio são mais ricos em vitamina C, resistem ao manuseio e maior período de comercialização.

6.3.2.2.3. Volume da copa

No dia 22 de maio de 2008, foi avaliado o volume da copa (VC) das plantas nos tratamentos. O VC de cada planta foi obtido pela seguinte equação:

$$VC = (\pi \times r^2) \cdot h$$

Onde: $\pi = 3,14$

r é a média dos diâmetros da copa obtidos na linha e na entrelinha.

H é a altura da copa das plantas.

6.3.2.2.4. Intensidade de desfolha

Na avaliação da intensidade de desfolha, duas caixas, com $0,25 \text{ m}^2$ ($0,50 \times 0,50\text{m}$) cada, foram dispostas sob a copa de cada planta de acerola (Figura 4A). As coletas das folhas que caíram nas caixas foram realizadas a cada 30 dias. As folhas foram acondicionadas em sacos de

papel e levadas para o Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia onde se realizou a contagem total de folhas, separando-as em sadias e com sintomas da mancha alvo, no período de setembro de 2007 a julho de 2008.

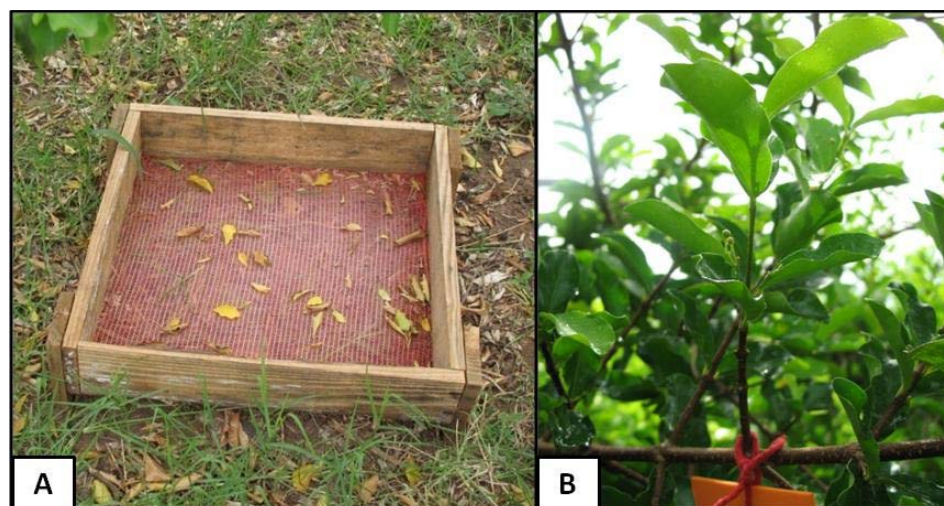


Figura 4. Caixas sob planta de acerola para avaliação da intensidade de desfolha (A) e brotação marcada para avaliação da incidência da mancha alvo (B) em folhas de acerola cv. Olivier. Junqueirópolis, SP. 2007.

6.3.2.2.5. Incidência da mancha alvo

As avaliações da incidência da mancha alvo foram realizadas em intervalos de 30 dias no período de dezembro de 2007 a julho de 2008, totalizando oito avaliações. Em novembro de 2007 foram marcadas oito brotações (Figura 4B) com 40 a 45 folhas sadias por repetição, nas quais avaliou-se a incidência da doença, ou seja, a porcentagem de folhas com sintomas.

6.3.3. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição representada por três plantas e com as avaliações na planta central.

6.3.4. Técnicas culturais

Durante a safra 2007/2008 todas as plantas receberam os tratos culturais normalmente utilizados para a cultura da acerola. Em agosto de 2007, após a poda de inverno, foi realizada a aplicação da calda sulfocálcica a 8% na plantas. Foram realizadas duas adubações de 20-05-20 na área. As plantas foram pulverizadas com acetamiprid para o controle de pulgão. A área foi roçada quando necessária com roçadeira costal entre as plantas e tratorizada nas entrelinhas.

6.4. Resultados e Discussão

6.4.1. Brotação e florescimento

Os dados da brotação em ramos horizontais, verticais e a média estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos quanto a emissão de brotos em ramos horizontais, verticais, nem na média dos mesmos. Porém, os menores valores foram obtidos quando realizadas podas em ramos horizontais, podendo ter ocorrido neste caso efeito da produção de auxinas nos ramos verticais, afetando as brotações das gemas nos ramos horizontais. Thimann & Skoog (1933) constataram que as auxinas produzidas nas gemas apicais de ramos de plantas inibiram o crescimento de gemas laterais nesse ramo. Metivier (1979) afirma que a síntese de citocininas nas gemas laterais, responsável pelo crescimento das plantas, é inibida pela produção de auxinas no ápice.

Tabela 1. Efeito da poda sobre a brotação e o florescimento de ramos de acerola cv. Olivier, no período de setembro de 2007 a julho de 2008, cultivadas sem irrigação. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

Tratamentos	Ramos horizontais		Ramos verticais		Média ramos	
	Brotos	Flores	Brotos	Flores	Brotos	Flores
Sem poda	15,43 a*	49,75 b	14,57 a	60,50 c	15,00 a	55,13 c
Poda central (PC)	14,92 a	105,08 a	13,07 a	74,50 ab	13,99 a	89,80 ab
PC e ramos horizontais	13,60 a	106,00 a	12,60 a	77,92 ab	13,10 a	91,96 a
PC e ramos verticais	14,30 a	91,67 a	16,37 a	70,33 bc	15,34 a	81,00 b
PC e ramos horiz/vert	15,15 a	105,89 a	14,18 a	85,25 a	14,67 a	95,50 a
CV%	8,83	10,76	17,39	7,34	11,31	6,59

*Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 1 encontram-se os valores de flores obtidos nas diversas avaliações, em ramos horizontais, verticais e a média destes. Verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, ou seja, a poda influenciou a emissão de flores em ramos horizontais, verticais, bem como na média dos mesmos. Assim, constata-se que ramos horizontais tiveram maior número de flores, diferindo apenas dos obtidos nas plantas não podadas. Resultado semelhante ocorreu com ramos verticais, bem como com a média entre verticais e horizontais.

Assim, constatou-se que a poda de um modo geral aumenta o florescimento nos ramos, podendo tal fato estar relacionado com a circulação da seiva. De acordo com Simão (1998), a circulação rápida da seiva (ramos verticais) tende a favorecer o desenvolvimento vegetativo, enquanto a lenta (ramos horizontais) favorece o desenvolvimento dos ramos frutíferos. Acrescenta o autor que a seiva, devido à fotossíntese, tende a dirigir-se para os ramos mais expostos à luz, em vez de se dirigir àqueles submetidos à sombra. No presente trabalho, a poda proporcionou a entrada de luz no interior da planta, bem como reduziu os ponteiros de ramos verticais e/ou horizontais.

6.4.2. Produção e volume da copa

A colheita da acerola teve início no mês de outubro de 2007, quando iniciou o período de chuvas na região e terminou no mês de abril de 2008 quando diminuiu a intensidade de chuvas (Figura 5). O pico da produção de acerola ocorreu no mês de janeiro de 2008, período que coincide com maior intensidade de chuvas e elevada temperatura, pois a área do experimento não foi irrigada. KONRAD (2002) obteve, na região de Junqueirópolis, a maior produção no mês de dezembro, podendo a diferença ser devido ao clima, especialmente a precipitação. Musser et al. (2005) observaram que a distribuição da produção anual da acerola se concentrou no quarto trimestre dos anos avaliados, pois neste período ocorreu elevação da temperatura e da luminosidade. Nesse sentido, Manica et al. (2003) afirmou que o florescimento e a frutificação da acerola concentram-se na primavera e verão, período de elevada temperatura e precipitação.

A Tabela 2 apresenta os valores de produção de frutos e volume da copa das plantas de acerola. Verificou-se que para a produção de frutos por área (t/ha) e por planta (kg) não houve diferença estatística entre os tratamentos. Porém, com apenas três anos de idade, os maiores valores foram obtidos para o tratamento de poda no centro da planta e em ramos horizontais (8,07 t/ha e 16,99 kg/planta, respectivamente), embora não houve irrigação. A produtividade esperada de acerola no terceiro ano de idade, na região oeste do estado de São Paulo, é de 20 t/ha (SANT'ANNA et al., 2009). A produção foi abaixo da produtividade média esperada para plantas com três anos, pois não foi realizada a irrigação.

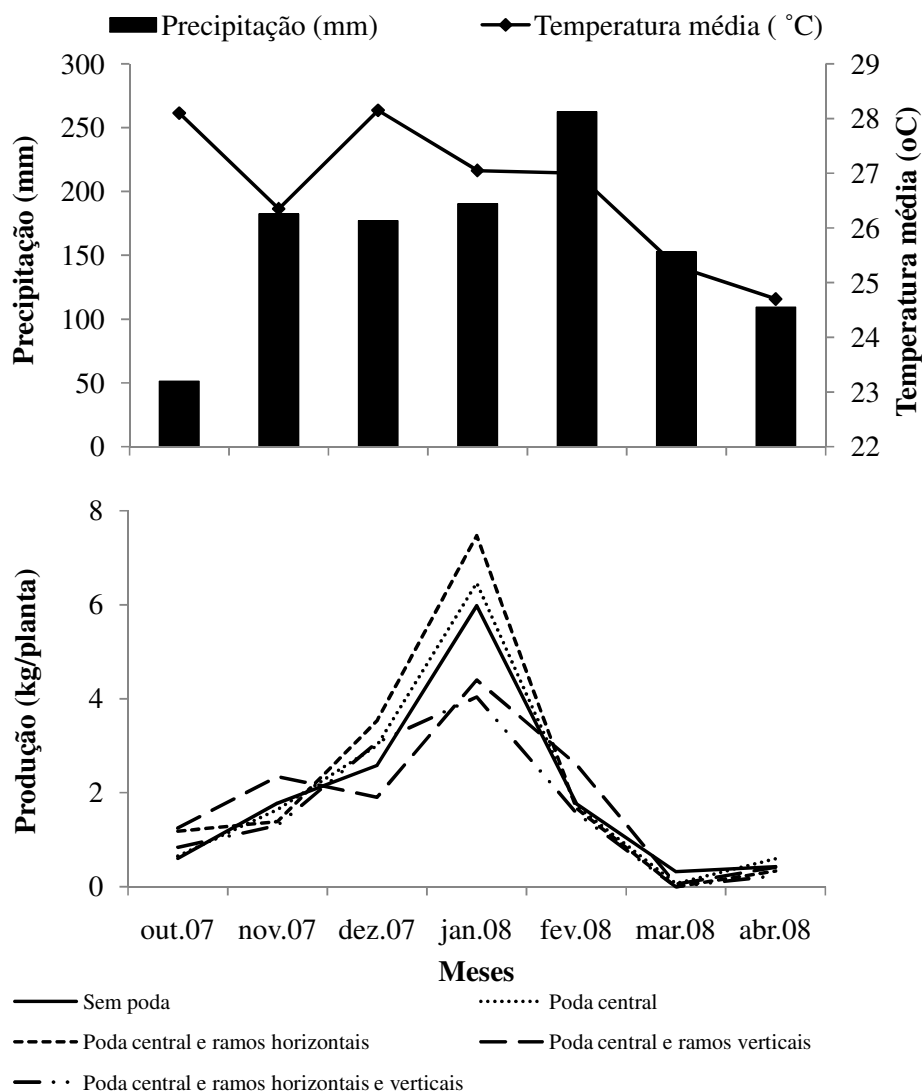


Figura 5. Produção de acerola cv. Olivier com três anos de idade, no período de outubro de 2007 a abril de 2008, submetidas a quatro sistemas de podas, sem irrigação. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

Musser et al. (2005), ao avaliarem a produtividade de genótipos de acerola em Pernambuco, obtiveram variação de 6,73 e 44,70 kg de frutos/plantas, com dois anos de idade. Segundo Petinari & Tarsitano (2002), a produtividade de acerola na região de Jales, SP, obtida no terceiro ano foi de 5,35 t/ha e de 8,5 t/ha no quinto ano. Na Flórida, plantas com quatro anos passaram de 7,1 t/ha para 58,2 t/ha no oitavo ano (MANICA et al., 2003). Dentre os vários fatores que influenciam na produção, destacam-se aqueles relacionados a cultivares, pluviosidade, aplicação de fertilizantes e irrigação (GONZAGA NETO et al., 1999).

Com relação ao volume da copa, apesar de não haver diferença estatística, o menor valor foi obtido no tratamento com poda no centro da planta e em ramos horizontais, tratamento que também foi constatada a maior produção por m³ de copa (Tabela 2). Ao corrigir o volume da copa em relação ao tratamento padrão na região, verifica-se que o tratamento poda no centro da planta e em ramos horizontais proporcionou uma redução de 24,63% do volume da copa. Tal fato poderia permitir igual aumento do número de plantas por área. Assim, a produção corrigida pelo volume da copa, apesar de não apresentar diferença estatística significativa entre os tratamentos, o maior valor obtido no tratamento poda no centro da planta e em ramos horizontais foi de 21,17 kg/planta. Deve-se considerar que o período de setembro/2007 a julho/2008 foi curto para surtir efeito e observar diferença entre os tratamentos.

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com Inglez de Souza (1986) que, em frutíferas, diz: a) a circulação da seiva é mais intensa quanto mais retilíneo for o ramo e quanto mais vertical for a sua posição na copa. Quanto mais intensa essa circulação, mais gemas se desenvolverão em produções vigorosas de lenho; b) ao contrário, quanto mais horizontal for o ramo, mais lenta será a circulação da seiva e maior será o acúmulo de reservas e, conseqüentemente, maior o número de gemas que se transformarão em botões floríferos.

Tabela 2. Efeito de quatro sistemas de poda sobre a produção e o volume da copa de acerola cv. Olivier com três anos de idade, no período de outubro de 2007 a abril de 2008, cultivadas sem irrigação. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

Tratamentos	Produção		Volume de copa (m ³)	Produção (kg/m ³)	Redução do volume de copa (%)	Produção corrigida pelo volume de copa (kg/planta)
	t/ha	kg/planta				
Sem poda	7,41 *	15,54 a	27,33 a	0,57 a	16,06	18,03 a
Poda central (PC)	7,17 a	15,03 a	32,56 a	0,46 a	0,00	15,03 a
PC e ramos horizontais	8,07 a	16,99 a	24,54 a	0,74 a	24,63	21,17 a
PC e ramos verticais	6,45 a	13,53 a	30,27 a	0,45 a	7,03	14,48 a
PC e ramos horiz/vert	5,78 a	12,12 a	25,69 a	0,47 a	21,10	14,67 a
CV%	19,45	20,95	17,84	28,71	-	20,63

*Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

6.4.3. Intensidade de desfolha

Na Tabela 3, estão apresentadas a intensidade de desfolha por m² dos tratamentos e a incidência da mancha alvo. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém no tratamento sem poda foi constatada maior intensidade de desfolha, comparado com os demais tratamentos. No tratamento que foi realizada a poda central e dos ramos horizontais e verticais obteve-se menor intensidade de desfolha. Konrad (2004) verificou que a intensidade de desfolha em plantas podadas foi menor quando comparada com plantas que não sofreram nenhuma poda.

A queda de folhas sadias foi superior quando comparada com a queda de folhas com sintomas da mancha alvo. O tratamento sem poda apresentou maior número de folhas com sintomas da doença (Tabela 3). Konrad (2004) também observou maior intensidade de desfolha de folhas com sintomas da doença em plantas que não foram submetidas a poda.

Tabela 3. Efeito de quatro sistemas de poda sobre a média da intensidade de desfolha por m² de acerola cv. Olivier com três anos de idade, cultivada sem irrigação e a incidência da mancha alvo da acerola, no período de setembro de 2007 a julho de 2008. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

Tratamentos	Número de folhas/m ²			Incidência da doença (%)
	Total	Sadias	Doentes	
Sem poda	468,36 a*	263,45 a	204,91 a	43,85 a
Poda central (PC)	386,18 a	232,86 a	153,32 a	38,77 a
PC e ramos horizontais	327,41 a	204,45 a	122,95 a	38,91 a
PC e ramos verticais	341,73 a	191,41 a	150,32 a	43,00 a
PC e ramos horiz/vert	304,68 a	171,73 a	132,95 a	39,69 a
CV%	48,35	48,88	55,94	22,99

*Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Durante o período de setembro de 2007 a julho de 2008, observou-se que a desfolha na cultura ocorreu, principalmente, no período de abril a julho de 2008, intensificando no mês de abril (Figura 6). Esse período corresponde ao período de baixa precipitação na região. Segundo Manica et al. (2003) em local de pouca chuva ou de seca anual, a planta perde as folhas, tem um comportamento de planta caduca.

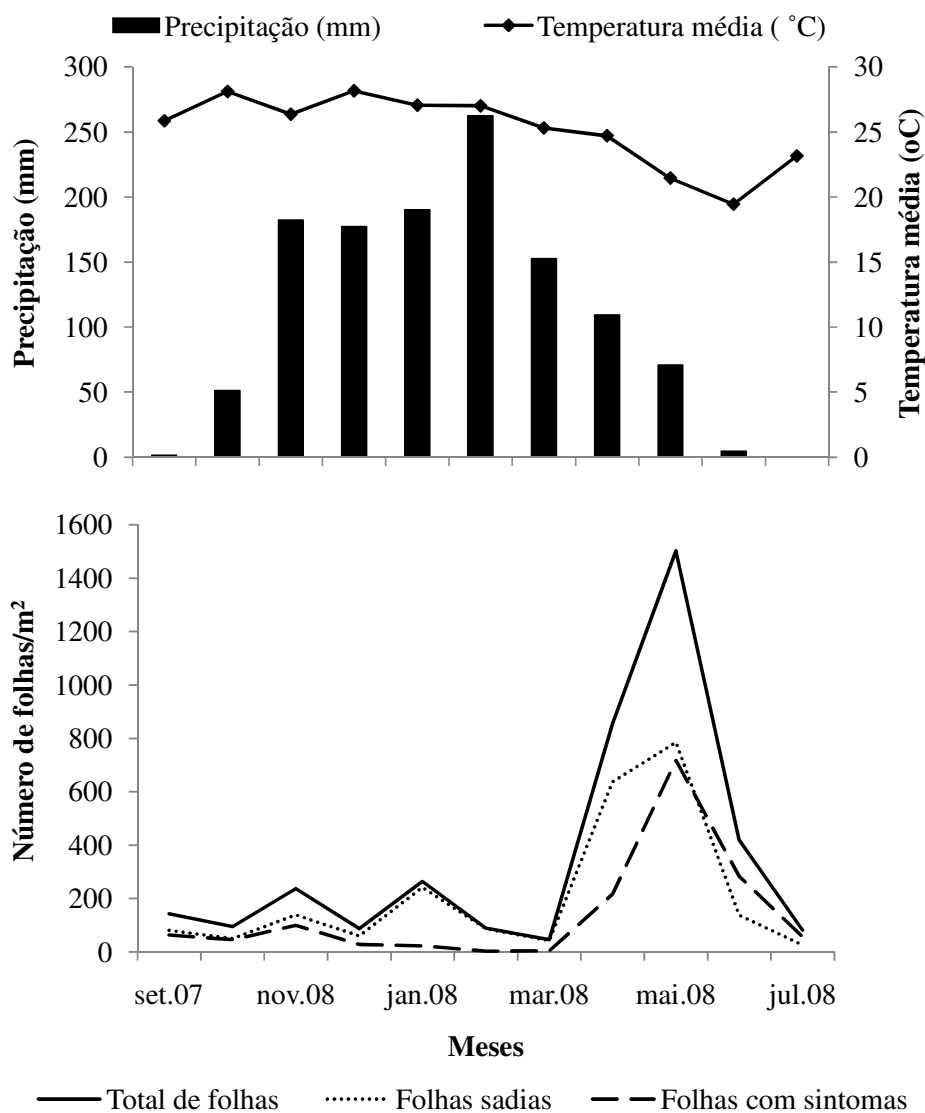


Figura 6. Número médio de folhas de acerola cv. Olivier, com três anos de idade, coletadas nas caixas coletoras mantidas sob a copa das plantas cultivadas sem irrigação, no período de setembro de 2007 a julho de 2008. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

No período de setembro de 2007 a março de 2008, a desfolha foi menor (Figura 6), devido a elevada precipitação na região e a baixa incidência da mancha alva nas folhas da acerola. Segundo Manica et al. (2003), somente na época das chuvas ou pela prática sistemática da irrigação, a árvore de acerola fica bem verde, com crescimento vegetativo intenso, abundante florescimento e elevada frutificação

A partir do mês de junho de 2008 há uma queda na intensidade de desfolha (Figura 6) devido à baixa precipitação e queda da temperatura na região, período em que a planta entra em repouso. De acordo com Manica et al. (2003), na falta de chuva ou pouca umidade disponível no solo e temperaturas baixas, a acerola paralisa o seu crescimento, florescimento e frutificação.

6.4.4. Incidência da mancha alvo

A incidência da mancha alvo está apresentada na Tabela 4. Não houve diferença significativa entre os tratamentos testados, provavelmente em razão da baixa incidência da doença na área experimental, média de 25%. A aplicação de inverno da calda sulfocálcica após a poda, pode ter contribuído na redução de fontes de inóculo de *C. cassiicola* na área. Com apenas três anos de idade, as plantas não se desenvolveram totalmente, apresentam maior espaço entre as plantas, maior arejamento e luminosidade no seu interior e pode ter havido também redução de fontes de inóculo do patógeno. Em pomares mais velhos, as plantas apresentam o volume de copa maior, principalmente quando não se realiza a poda destas, proporcionando menor espaçamento entre plantas, menores arejamento e luminosidade no interior da copa, favorecendo assim a incidência da mancha alvo (Capítulo 5). Konrad (2004) observou que o efeito da poda no comportamento da mancha alvo na acerola em área irrigada por um ano, apesar da alta incidência da doença, não foi significativo.

O tratamento que foi realizado a poda central e dos ramos horizontais e verticais foi constatada menor incidência da mancha alvo nas folhas (Tabela 4) e menor intensidade de desfolha (Tabela 3), provavelmente devido à melhora na luminosidade e no arejamento das plantas.

Durante o período de novembro de 2007 a julho de 2008, observou-se a incidência da mancha alvo nas plantas. No período de novembro de 2007 a fevereiro de 2008, o número de folhas nos ramos avaliados aumentou (Figura 7), devido à emissão de folhas novas após a realização da poda (Tabela 4). A partir de março de 2008, o número de folhas, principalmente saudáveis, diminuiu, devido ao início da desfolha nesta época (Figura 6). Com a desfolha, principalmente de folhas mais velhas, e a emissão de folhas novas, que são mais suscetíveis ao patógeno, o número de folhas com sintomas da mancha alvo aumentou (Figura 7).

Tabela 4. Efeito de quatro sistemas de poda sobre o número de folhas sadias e com sintomas da mancha alvo por ramo de acerola cv. Olivier, com três anos de idade, cultivada sem irrigação, no período de novembro de 2007 a julho de 2008. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

Tratamentos	Número de folhas/ramo			% de folhas doentes
	Total	Sadias	Doentes	
Sem poda	48,00 a *	33,85 a	11,15 a	25,68 a
Poda central (PC)	53,84 a	40,85 a	12,89 a	24,80 a
PC e ramos horizontais	54,92 a	40,38 a	14,54 a	26,41 a
PC e ramos verticais	52,19 a	39,33 a	12,86 a	25,42 a
PC e ramos horiz/vert	46,98 a	36,73 a	10,26 a	24,31 a
CV%	18,59	31,18	35,66	45,40

*Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A partir de abril de 2008, o número de folhas, tanto sadia como com sintomas da doença, nos ramos diminuiu (Figura 7), devido ao aumento da desfolha neste período (Figura 6). No período de maio a julho de 2008, o número de folhas aumentou, principalmente de folhas sadias, devido à emissão de folhas novas, diminuindo o número de folhas com sintomas da mancha alvo (Figura 7). A diminuição da precipitação e da temperatura neste período pode ter desfavorecido a incidência da doença. O reenfolhamento da cultura Olivier em época desfavorável ao patógeno satisfaz o princípio de controle denominado escape, que baseia-se em táticas de fuga dirigidas contra o patógeno, auxiliando no manejo da doença.

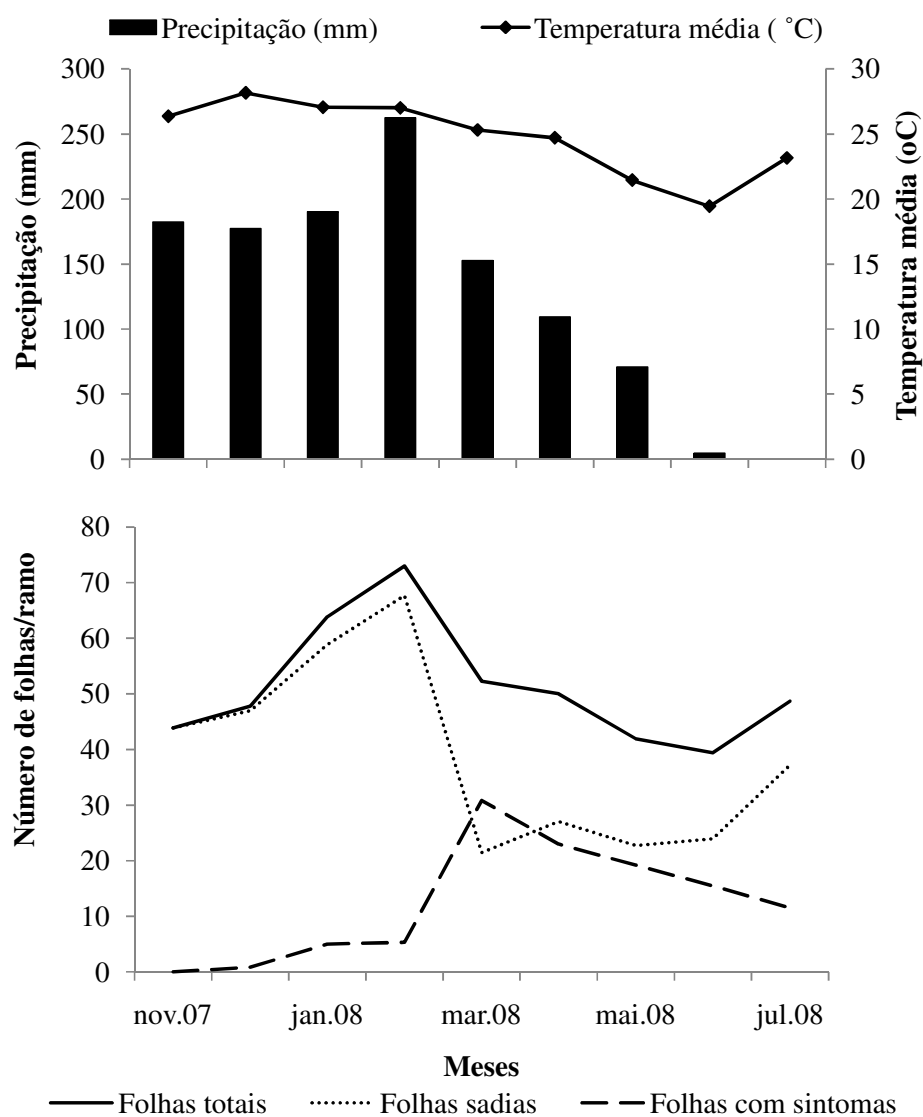


Figura 7. Número médio de folhas totais, saudáveis e com sintomas da mancha alva, causado pelo fungo *Corynespora cassiicola*, em ramos de acerola cv. Olivier com três anos de idade, cultivadas sem irrigação, no período de novembro de 2007 a julho de 2008. Junqueirópolis, SP. 2007/2008.

6.5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no primeiro ano do presente trabalho, pôde-se concluir que para a cultura da acerola cv. Olivier, nas condições apresentadas:

- A poda não teve efeito sobre a brotação;
- A poda aumentou a quantidade de flores por planta;
- Os ramos horizontais apresentaram maior quantidade de flores que os verticais;
- As plantas podadas ou não tiveram produção de frutos de outubro a abril, com um pico em janeiro;
- A poda reduziu o volume da copa, sendo que o tratamento com poda central da planta e dos ramos horizontais, ocorreu redução do volume da copa em 24,63%;
- Não houve diferença estatística entre a produção nos quatro sistemas de podas avaliados, porém a maior foi de 21,24 t/ha no tratamento com poda central da planta e dos ramos horizontais e a menor foi de 15,14 t/ha no tratamento com poda central da planta e dos ramos horizontais e verticais;
- Não houve diferença estatística entre a desfolha nos tratamentos, no entanto o tratamento sem poda apresentou maior intensidade de desfolhas de folhas saudáveis e com sintomas de mancha alva;
- A desfolha ocorreu no período de baixa temperatura e baixa umidade;
- A incidência de mancha alva nas folhas de acerola ocorreu no período de elevada temperatura e umidade;
- Apesar da baixa incidência de mancha alva na área experimental, a incidência da doença influenciou na desfolha;
- O efeito da poda na incidência de mancha alva não foi significativo, porém a menor incidência de mancha alva ocorreu no tratamento com poda central das plantas e dos ramos horizontais e verticais.

Referências

- ASENJO, C. F.; MOSCOSO, C. G. Ascorbic acid content and other characteristics of the West Indian Cherry. **Food Research**, Chicago, v.15, p.103-106, 1950.
- CARDOSO, C.E.L.; LOPES, R.L.; ALMEIDA, C.O. Aspectos econômicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.185-198.
- FUERTES, M.C.; HERNÁNDEZ, M.B.D. **Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación**. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 267p.
- GONZAGA NETO, L.; MATTUZ, B.; SANTOS, C.A.F. Caracterização agrônômica de clones de aceroleira (*Malpighia* spp.) na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.110-115, 1999.
- HERREIRA, O.M. et al. Agrupamento de estações climatológicas localizadas no Estado de São Paulo, utilizando-se análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v.16, n.3, p.34-42, 1997.
- INGLEZ DE SOUZA, J.S.I. **Poda das plantas frutíferas**. São Paulo: Nobel, 1986, 224p.
- KONRAD, E.C.G. **Efeito de sistemas de irrigação e de poda na intensidade de doenças foliares e na produção na cultura da acerola (*Malpighia emerginata* D.C.)**. 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.
- KONRAD, M. **Efeito de sistema de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia* spp) na região da Nova Alta Paulista**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, J.R.; PAIVA, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 397p.
- METIVIER, J.R. Citocininas. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU./EDUSP, 1979. v.2, p.93-127.
- MUSSER, R.S.; LEMOS, M.A.; LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LEDERMAN, I.E.; SANTOS, V.F. Caracterização física e de produção de acerola do banco ativo de gemolasma em Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.320-323, 2005.

- MUSSER, R.S. Tratos culturais da cultura da acerola. In: SÃO JOSÉ, A.B.; ALVES, R.E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. p.47-52.
- NAGAI, H. Avanços obtidos com melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1, 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p.88-103.
- NAKASONE, H.Y.; PAULL, R.E. Other american tropical fruit: acerola. In: NAKASONE, H.Y.; PAULL, R.E. **Tropical fruits**. Wallingford: CABI, 1998. p.377-389.
- OLIVEIRA, J. B. **Solos do Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 112 p. (Boletim científico, 45).
- OLIVEIRA, J.R.P.; SOARES FILHO, W.S.; RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K. Práticas culturais. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Eds.) **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 94-101.
- PETINARI, R.A.; TARSITANO, M.A.A. Análise econômica da produção de acerola para mesa, em Jales-SP: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.411-415, 2002.
- RASEIRA, A.; PEREIRA, J.F.M.; MEDEIROS, A.R.M. et al. Instalação e manejo do pomar. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação, 1998. Cap.5, p.130-160.
- SANT'ANNA, A.; FERAZ, J.V.; SILVA, M.L.M. et al. (Coord). **Agriannual 2009: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: iFNP, 2009. p. 153. (AGRIANUAL, 2009).
- SILVA, E.C. **Efeito de doses de nitrogênio (nitrocálcio) e potássio (cloreto de potássio) na produção e em algumas características qualitativas dos frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivar Santa Clara, podado e adensado**. 1994. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.
- SOARES FILHO, W.S.; OLIVEIRA, J.R.P. Introdução. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R.P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p.15-16.
- THIMANN, K. V.; SKOOG, F. Studies on the growth hormones of plants. III. The inhibition action of growth substance on bud development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.19, p.714-716, 1933.

VALE, F.X.R.; ZOMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p.47-87.

VIEIRA JÚNIOR, H.C.; MELO, H.B. **Poda das fruteiras**. Disponível em: < www.fruticultura.iciag.ufu.br/poda.html>. Acesso em: 5 jan. 2009.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de doenças de plantas é o mais importante objetivo prático da Fitopatologia. O manejo integrado de doenças em plantas consiste na adoção de uma integração de medidas e princípios que se aplicam visando o patógeno, o hospedeiro e o ambiente por meio da redução ou completa eliminação de inóculo inicial, redução na taxa de progresso da doença e da manipulação do período de tempo em que a cultura permanece exposta ao patógeno em condições de campo.

A doença foliar denominada mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, é a principal doença da acerola na região de Junqueirópolis/SP, e vem causando prejuízos para os produtores. A desuniformidade na floração da cultura, o não registro de produtos químicos para o uso na cultura e as exigências dos mercados, tudo isso dificulta a adoção do controle químico nesta cultura. Este trabalho foi proposto com a finalidade prática de obter resultados que possam auxiliar os produtores de acerola no controle da mancha alvo e, também, contribuir com informações básicas sobre o patossistema *C. cassiicola* – acerola.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, podemos estabelecer algumas estratégias para o manejo da mancha alvo da acerola. A escala diagramática proposta para quantificação desta doença foi eficiente, podendo proporcionar avaliações mais realistas da severidade da doença em estudos futuros, entre eles a seleção de cultivares resistentes.

Constatou-se que a temperatura ótima para o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. cassiicola* foi de 26,1°C e 27,8°C, respectivamente. Tem-se o estabelecimento do patógeno nas folhas sob temperatura mínima de 20°C e de pelo menos 12h de molhamento foliar. No município de Junaqueirópolis, SP, a mancha alvo começa a ser constatada, nas plantas de acerola, em janeiro e aumenta de intensidade nos meses seguintes, devido ao aumento das temperatura e umidade.

A sobrevivência do inóculo na área ou na própria planta garante a perpetuação do patógeno e contribui na disseminação do mesmo na planta ou nas áreas próximas. A redução do inóculo inicial pode atrasar a epidemia da doença. A aplicação da calda sulfocálcica pelos produtores, após a poda de inverno, contribui na redução de fontes de inóculo do patógeno da mancha alvo. Constatou-se que a presença das caldas sulfocálcica, bordalesa e Viçosa na superfície das folhas e *in vitro* afetam a viabilidade dos esporos de *C. cassiicola*, inibindo sua germinação. Além do efeito fungitóxico, a calda sulfocálcica apresenta baixo custo, baixa toxicidade e é aceita pela maioria das certificadoras.

As dificuldades na colheita e de outros tratamentos culturais na cultura, além dos danos causados pela mancha alva, levou a adoção da poda de inverno na cultura pelos produtores na região estudada. A poda pode ser uma opção interessante para a cultura, uma vez que poderá reduzir o porte da planta, bem como permitir entrada de luz, facilitando a colheita e controle de doenças e pragas. Constatou-se que, apesar de não diferir estatisticamente, a poda central da planta e dos ramos horizontais proporcionou maior produtividade em apenas um ano. É necessário estudos de poda por períodos prolongados para constatação dos seus efeitos.

A poda dos ramos centrais e o encurtamento dos ramos horizontais seguida da aplicação da calda sulfocálcica podem reduzir fontes de inóculo. Além de diminuir fonte de inóculo, a planta reenfolha em época desfavorável para o patógeno, diminuindo o inóculo do patógeno a cada ano favorecendo a produtividade das plantas de acerola.

Outro aspecto estudado no presente trabalho foi a ausência de produtos registrados para uso na cultura da acerola, o que dificulta o controle da mancha alva. Constatou-se, *in vitro*, que tebuconazole, carbendazim, epoxiconazole + pyraclostrobin, Cloreto dodecil dimetil amônio, Nutriphite P + K e Ecolife[®] apresentam efeito fungitóxico sobre *C. cassicola*. No campo, o carbendazim proporcionou menor incidência e severidade da mancha alva, controlando a doença satisfatoriamente. São necessários mais estudos desses e outros produtos químicos. Os indutores de resistência, além de contribuir na nutrição da planta, podem controlar a doença a longo prazo. Sendo necessários estudos complementares de intervalo de aplicação, dose, época de aplicação e resíduos, antes do registro e uso de qualquer produto na cultura da acerola.